

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

GRUPO DE TRABALHO

**LINEA
LABORATÓRIO INTERINSTITUCIONAL DE E-ASTRONOMIA**

RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO das atividades do LIneA - Laboratório Interinstitucional de e-Astronomia, submetido à Diretoria de Gestão das Unidades de Pesquisa e Organizações Sociais da Secretaria Executiva do Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações.

Rio de Janeiro
Dezembro de 2016

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS	2
LISTA DE FIGURAS.....	2
ÍNDICE DE SIGLAS	3
INTRODUÇÃO	4
PARTE I – FORMAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DO LINEA	6
1. HISTÓRICO E MISSÃO DO LINEA.....	6
2. ATIVIDADES NO LINEA	9
2.1. Desenvolvimento Científico.....	10
2.2. Serviços de Processamento e Distribuição de Dados – Plataforma Computacional.....	14
2.2.1. Infraestrutura Física de TIC	15
2.2.2. Serviços de Transporte, Armazenamento e Processamento de Dados	17
2.2.3. Plataformas Básicas de Software	18
2.3. Serviços de Desenvolvimento e Apoio	19
2.4. Governança e Gestão.....	21
PARTE II – DIAGNÓSTICO E PERSPECTIVAS.....	24
3. ANÁLISE SITUACIONAL	24
3.1. Desenvolvimento Científico.....	24
3.2. Plataforma Computacional.....	24
3.3. Serviços de Desenvolvimento e Apoio	25
3.4. Governança e Gestão.....	26
3.5. Sustentação.....	26
4. SUGESTÕES.....	28
4.1. Sugestões de Curto Prazo (2018)	28
4.2. Sugestões Estratégicas para o Desenvolvimento de Longo Prazo (2019-2023)	29
5. CONCLUSÃO	32

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Linhas de Ação do LIneA	10
QUADRO 2 - Resumo da produção relativa às atividades científicas dos projetos apoiados pelo LIneA (ref. Relatório LIneA)	12
QUADRO 3 - Indicadores do Centro de Dados do LIneA (ref. Relatório LIneA)	15
QUADRO 4 - Despesas de Tecnologia de Informação	23
QUADRO 5 - Resumo da Análise Interna	27
QUADRO 6 - Resumo da Análise Externa	27

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Número de Pesquisadores Associados ao LIneA (ref. Relatório LIneA).....	11
FIGURA 2 - Número de artigos publicados por ano (azul) e número acumulado (vermelho) (ref. Relatório LIneA)	11
FIGURA 3 - Evolução do número de webinars por ano (azul) e acumulado (vermelho) (ref. Relatório LIneA)	12

ÍNDICE DE SIGLAS

- ACT – Acordo de Cooperação Técnica
- BPG – Brazilian Participation Group
- CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- CTIO – Cerro Tololo Inter-american Observatory, Chile
- DES – Dark Energy Survey
- DESI – Dark Energy Spectroscopic Instrument
- Fermilab – Fermi National Accelerator Laboratory, EUA
- FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos
- LBL – Lawrence Berkeley National Laboratory, EUA
- LIneA – Laboratório Interinstitucional de e-Astronomia
- LNA – Laboratório Nacional de Astronomia
- LNCC – Laboratório Nacional de Computação Científica
- LSST – Large Synoptic Survey Telescope, Chile
- MCTIC – Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
- MdE – Memorando de Entendimento
- NCSA – National Center for Supercomputing Applications
- NOAO – National Optical Astronomy Observatory, EUA
- NSF – National Science Foundation, EUA
- ON – Observatório Nacional
- POP-RJ – Ponto de Presença Estadual da RNP no Rio de Janeiro
- RNP – Rede Nacional de Ensino e Pesquisa
- SCUP – Subsecretaria de Coordenação das Unidades de Pesquisa do MCTIC
- SDSS – Sloan Digital Sky Survey (em suas versões III e IV)
- SLAC – SLAC National Accelerator Laboratory, EUA
- TIC – Tecnologia de Informação e Comunicação
- TON – Transneptunian Occultation Network
- UP – Unidade de Pesquisa do MCTIC, em particular, ON, LNA, LNCC e CBPF.

INTRODUÇÃO

Este é um Relatório de avaliação das atividades do Laboratório Interinstitucional de e-Astronomia, LIneA apresentado à Subsecretaria de Coordenação das Unidades de Pesquisa da Secretaria Executiva do MCTIC – SCUP/SEXEC/MCTIC, com o objetivo de descrever e analisar as atividades realizadas no período de 2011-2015 e oferecer sugestões para a organização e manutenção futura do LIneA.

O documento está dividido em duas partes. A primeira, “Criação e Desenvolvimento do LIneA”, oferece um breve histórico de sua formação e missão, e descreve as atividades realizadas pelo LIneA no período 2011-2015, divididas nas linhas de ações: Desenvolvimento Científico; Plataforma Computacional (Serviços de Processamento e Distribuição de Dados); e Desenvolvimento de Software. Também, se relata os modelos de governança e gestão que foram adotados e os principais obstáculos, superados ou não, que foram identificados pela coordenação do Laboratório para o cumprimento de seus objetivos.

A segunda parte, nomeada “Análise e Perspectivas”, apresenta uma breve avaliação do cenário externo e das condições internas para sua atuação, que permitiu apontar algumas diretrizes e requisitos de curto e longo prazo na forma de sugestões para o melhor funcionamento do LIneA.

O Grupo de Trabalho (GT-LIneA), constituído pela Portaria nº 1.036 de 2/12/2015 GM/MCTI, publicada no DOU de 3/12/2015¹, recebeu a atribuição de avaliar a atuação técnico-científica do Laboratório Interinstitucional de e-Astronomia (LIneA). Com essa finalidade, reuniu-se inicialmente na cidade do Rio de Janeiro, na sede do LIneA em 24/03/2016, para a apresentação do documento intitulado Relatório de Atividades e Produtos (2011-2015), elaborado pela Coordenação do LIneA, na versão preliminar de 20/02/2016. Posteriormente foram discutidos à distância, via Internet, os elementos e informações que contribuíram para a produção deste Relatório. Seguiu-se a discussão sobre a elaboração da versão preliminar, em reunião presencial dos membros do GT no Observatório Nacional em 29/08/2016. Finalmente, este documento foi

¹ O prazo para elaboração da avaliação foi estendido pela Portaria nº 179 de 4/3/16, publicada no DOU de 7/3/16 por 120 dias. No entanto, as profundas alterações ocorridas em 2016 no MCTI e no Governo Federal afetaram o cronograma previsto para este trabalho.

também apresentado e discutido com a coordenação do LIneA, em reunião conjunta com os membros do GT em 27/01/2017.

O GT-LIneA é composto pelos titulares das instituições signatárias do Acordo que instituiu o LIneA, respectivamente, João dos Anjos (Observatório Nacional – ON), Augusto Gadelha (Laboratório Nacional de Computação Científica – LNCC), Nelson Simões (Rede Nacional de Ensino e Pesquisa – RNP), e por Bruno Castilho (Laboratório Nacional de Astrofísica – LNA). Esse Acordo, assinado em 29/10/2010, com duração prevista de 5 (cinco) anos, deverá ter sua renovação avaliada, considerando os resultados obtidos, possibilidades e formas de manutenção do Laboratório.

A elaboração do presente Relatório de Avaliação baseou-se nas informações e dados constantes do Relatório de Atividades e Produtos 2011-2015 do LIneA (denominado neste documento como “Relatório LIneA”), e apresentados em reunião do GT-LIneA pelo Coordenador do LIneA, Dr. Luiz Nicolaci, e pelo Dr. Marcio A. G. Maia, ambos pesquisadores do ON. Com vistas à avaliação técnica e científica do LIneA adotou-se o seguinte processo:

- i. apresentação formal do Relatório LIneA pelo seu Coordenador;
- ii. verificação dos produtos e resultados das atividades e projetos suportados pelo LIneA e o atendimento às necessidades das partes interessadas;
- iii. avaliação do grau de alcance das metas e objetivos pactuados pelo LIneA;
- iv. elaboração deste Relatório de Avaliação;
- v. apresentação do conteúdo do Relatório elaborado à coordenação do LIneA para permitir comentários e correções finais;
- vi. apresentação do Relatório final à SCUP/SEXEC/MCTIC.

Cabe ressaltar que a avaliação dos trabalhos realizados pelo GT-LIneA, possui limitação de escopo à documentação e informações disponibilizadas, bem como discussões restritas à coordenação do Laboratório, responsável pela elaboração e apresentação das informações. Não constitui parte integrante deste trabalho o levantamento e avaliação de processos e controles do LIneA, ou a consulta direta às partes interessadas sobre suas atividades e produtos. Cabe ressaltar que, as avaliações de atendimento às necessidades da comunidade de pesquisa beneficiada, da mesma forma, possuem limitação de escopo, e devem ser consideradas como derivadas da representação institucional, aportada pelo LNA e ON.

Destaca-se ainda que, em parte do período considerado no Relatório de Atividades, alguns membros do GT-LIneA participaram do modelo de gestão do

Laboratório como representantes da direção das organizações signatárias do acordo para sua constituição. Não obstante a isenção necessária, que duvidosamente pode-se invocar, procurou-se fazer o melhor para que a expressão final dessa avaliação fosse amparada nas informações fornecidas e no conhecimento adquirido pelos membros nas específicas atividades em que se envolveram.

PARTE I – FORMAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DO LINEA

1. HISTÓRICO E MISSÃO DO LINEA

O Laboratório Interinstitucional de e-Astronomia (LIneA), foi criado por meio do Acordo de Cooperação Técnico-Científica entre o ON, CBPF e LNCC, assinado em 29/10/2010 (extrato publicado pelo D.O.U. de 8/11/2010, seção 213, pag.13), com o objetivo de definir a contribuição das três instituições na continuidade da participação de pesquisadores brasileiros de diferentes instituições no projeto *Dark Energy Survey* (DES) e *Sloan Digital Sky Survey* (SDSS-III). Esses projetos fazem parte do esforço internacional, iniciado no ano de 2006 e liderado pelos EUA, com financiamento da NSF e DoE, para estudar a denominada “energia escura”, em busca de uma explicação para a acelerada expansão do Universo.

A formação do LIneA começou no ano de 2007 com a entrada de cerca de 10 (dez) pesquisadores brasileiros no projeto DES, através de uma encomenda da FINEP patrocinada pelo MCTIC, em apoio aos institutos citados anteriormente. Esta participação foi viabilizada parcialmente por recursos financeiros e também por esforços de trabalho em desenvolvimento de software. Já em 2008 foram adquiridos computadores, inicialmente instalados no ON e posteriormente transferidos para as dependências do POP-RJ, com o apoio da equipe do LNCC e do CBPF, com verbas da FAPERJ e do MCTIC (ON). No mesmo ano, também foi realizado um acordo para a participação de pesquisadores do Brasil no projeto SDSS-III, no qual uma redução do valor a ser pago, foi obtida em troca da instalação e manutenção de um sistema de distribuição de dados do projeto no Brasil. Para cada um dos dois projetos, DES e SDSS-III, foi criado um consórcio de pesquisadores do Brasil, denominados por DES-Brazil e como *Brazilian Participation Group* (BPG), respectivamente.

A participação brasileira pelo consórcio DES-Brazil gerou um importante produto para o projeto DES, que foi a implantação do Portal Científico para análise de dados, usados pelos pesquisadores internacionais envolvidos no projeto. O conjunto de

dados do DES, quando concluído, é estimado em alguns petabytes e conterà cerca de 300 milhões de galáxias, 20 mil aglomerados de galáxias, 2 mil detecções de supernovas, assim como dezenas de milhões de estrelas da Via Láctea, além de objetos do sistema solar, que viabilizará o estudo em vários temas de Astronomia.

A criação do LIneA formalizou a relação entre as UPs conveniadas, como já mencionado, como também objetivou a criação de uma estrutura necessária para atender aos diferentes compromissos das colaborações internacionais iniciadas. Assim, foram definidos seus principais objetivos:

- i. criar um ambiente colaborativo, de forma a otimizar a participação de cientistas do Brasil nos projetos internacionais e seu retorno científico;
- ii. montar uma infraestrutura central para o armazenamento, processamento e distribuição de dados;
- iii. promover o desenvolvimento de software de suporte às pesquisas.

A missão expressa do LIneA é produzir soluções de software e prover a infraestrutura física necessária para processar massivas quantidades de dados (*Big Data*) gerados em projetos internacionais de grande porte (*Big Science*), na área de Astronomia. Ao longo desse processo, permite ainda, capacitar pesquisadores e tecnólogos para atuarem em tais projetos e lidar com os desafios da nova Ciência de Dados, além de desenvolver uma cultura de serviço de distribuição e mineração de dados científicos.

Neste sentido, o LIneA tornou-se um laboratório multiusuário com proposta de:

- i. fornecer apoio logístico e financeiro para a participação de cientistas e estudantes em grandes projetos internacionais na área de Astronomia;
- ii. prover a infraestrutura computacional necessária para implantar e manter um centro de dados astronômicos para facilitar a exploração científica dos dados provenientes desses experimentos internacionais, bem como de outras fontes;
- iii. desenvolver e manter um portal científico para a validação e mineração de dados e para conduzir de forma eficiente a análise científica destes grandes acervos;
- iv. capacitar jovens pesquisadores para atuar em grandes projetos internacionais;
- v. ajudar na formação de tecnólogos para lidar com projetos de Big Data;
- vi. contribuir na divulgação dos resultados das pesquisas para o grande público.

Atualmente as instituições conveniadas que proveem suporte ao LIneA são o ON, o LNCC e a RNP. A RNP passou a participar em 7 de agosto do ano de 2012, através de um Aditivo ao Acordo de Cooperação assinado pelo ON, CBPF e LNCC, e o CBPF retirou-se do acordo em 2013 após a saída de seu único pesquisador que participava nos projetos DES e SDSS-III.

No Acordo de Cooperação ficaram estabelecidas as seguintes responsabilidades de cada instituição conveniada:

- ON:
 - i. contribuir para a terceirização do time de software;
 - ii. alocar o orçamento operacional mencionado na Cláusula 3, como disposto na proposta orçamentária aprovada;
 - iii. hospedar o LIneA em seu campus, atendendo as necessidades logísticas e operacionais do mesmo. Contribuir para a formação de pessoal na área de TI;
 - iv. estabelecer e operar o site terciário para os experimentos do DES e SDSS-III, através do LIneA;
 - v. ampliar o portal científico para atender às necessidades de ambos os projetos assim como de outros projetos de interesse, através do LIneA.
- LNCC:
 - i. colaborar na implantação física do sistema de armazenamento e de soluções para o resgate eficiente dos dados;
 - ii. hospedar em suas dependências parte estável dos dados dos experimentos
 - iii. colaborar para a criação de uma grade interligando máquinas do ON, LNCC e RNP;
 - iv. contribuir para a absorção e terceirização de novos membros da equipe de TI;
 - v. contribuir na implantação dos sites terciários no LIneA gerenciando os sistemas de processamento e armazenamento através do SINAPAD – Sistema Nacional de Processamento de Alto Desempenho;
 - vi. realizar pesquisa e desenvolvimento para apoio ao gerenciamento de dados e imagens, bem como processamento de experimentos científicos requeridos ou produzidos pelos projetos DES e SDSS-III.

- RNP:
 - i. disponibilizar o acesso ao serviço de provisionamento de conexões para realização de transferência de grandes volumes de dados entre LIneA e as instituições com as quais tem contato constante (Fermilab, NCSA, SLAC, JHU);
 - ii. realizar diagnósticos no LIneA com o objetivo de identificar eventuais problemas de conectividade tanto entre o LIneA (PoP-RJ) e o ON quanto entre o LIneA e seus parceiros internacionais propondo mudanças nas configurações de rede para melhorar as taxas de transferências;
 - iii. instrumentar a infraestrutura do LIneA para a realização de medições regulares, nos principais enlaces utilizados pelo sistema, permitindo a realização de avaliações para crescimento de suas atividades e com isso garantir um acesso eficiente aos usuários do LIneA para acessar o portal e o sistema de desenvolvimento;
 - iv. elaborar e coordenar programas de P&D para o desenvolvimento de ferramentas de apoio a transferência de dados;
 - v. contribuir com apoio nas áreas de sua expertise;
 - vi. apoiar o LIneA no uso dos serviços disponíveis pela RNP em produção.

2. ATIVIDADES NO LINEA

Como um laboratório que busca apoiar os pesquisadores do campo da Astronomia, por meio de soluções altamente demandantes de tecnologia de informação e comunicação (TIC), as principais partes-interessadas nas propostas de valor do LIneA são aqueles pesquisadores membros brasileiros dos consórcios de grandes projetos (ex. DES) e demais pesquisadores que utilizam os seus produtos e serviços.

A partir do relatório de atividades é possível identificar e categorizar as atuais propostas de valor em quatro macroprocessos ou linhas de ação organizacionais, conforme descrito no Quadro 1, a seguir:

QUADRO 1 - Linhas de Ação do LIneA

Linhas de Ação	Descrição
Desenvolvimento Científico	A produção de conhecimento por meio de publicações científicas e eventos e a qualificação de novos pesquisadores e especialistas.
Serviços de Processamento e Distribuição de Dados – Plataforma Computacional	O planejamento, a implantação e a operação de equipamentos e sistemas (hardware e software) que fornecem uma plataforma computacional de produção de e-ciência.
Serviços de Desenvolvimento e Apoio	O desenvolvimento e a oferta de aplicações para os projetos de pesquisa em e-Astronomia e o apoio aos usuários científicos.
Governança e Gestão	O planejamento e a gestão do laboratório, promovendo sua qualidade e eficiência, para satisfação das partes-interessadas.

Com isto em mente, nas próximas seções são destacadas as principais características, entregas e obstáculos observados em cada linha de ação.

2.1. Desenvolvimento Científico

Os usuários do LIneA são pesquisadores que, com suporte do LIneA, participam dos projetos internacionais ou que, mesmo sem essa participação, usufruem de sua infraestrutura, assim como membros da comunidade em geral com acesso aos dados públicos dos projetos e que contam com serviços providos pela equipe do LIneA. Também se consideram afiliados ao LIneA a equipe de Tecnologia da Informação –TI, assim como tecnologistas de outras instituições que colaboram e participam de projetos conjuntos com esse grupo. O número de pesquisadores associados ao LIneA nos últimos 5 anos é apresentado na Figura 1, sendo que em média de 30,6% desses pesquisadores estão no Rio; 27,8% em São Paulo, 38,9% no Rio Grande do Sul e 2,7% no Rio Grande do Norte. A distribuição de perfil desses pesquisadores é: Staff: 49,3%; Pós Doc: 20,7%; Doutorando: 8%; mestrando: 12,7%; estudantes: 9,4%:

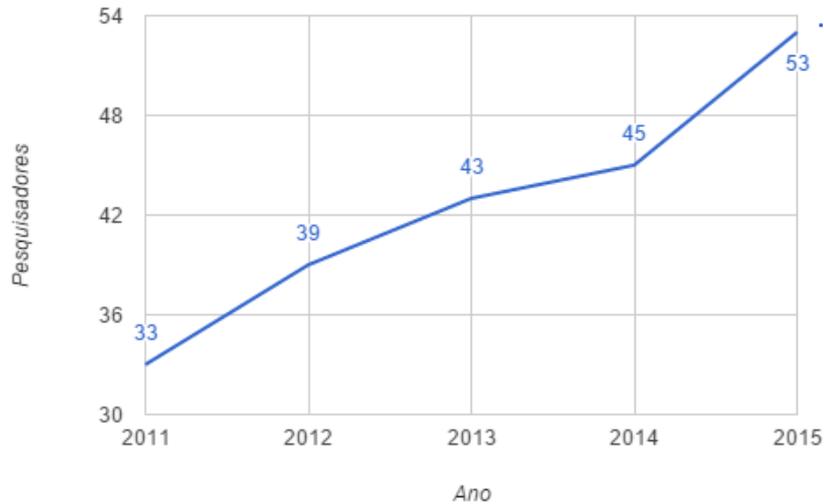


FIGURA 1 - Número de Pesquisadores Associados ao LIneA (ref. Relatório LIneA)

A Figura 2 mostra a evolução do número de artigos publicados em 2011-2015:



FIGURA 2 - Número de artigos publicados por ano (azul) e número acumulado (vermelho) (ref. Relatório LIneA)

A Figura 3 mostra a evolução do número de *Webinars* – seminários usando sistema de conferencia via web (*GoToMeeting*) – em 2011-2015. Como demonstrado, há um número relevante de palestrantes de outros países (87%), os de maior participação sendo dos EUA (42%), da França (13%) e da Inglaterra (10%).

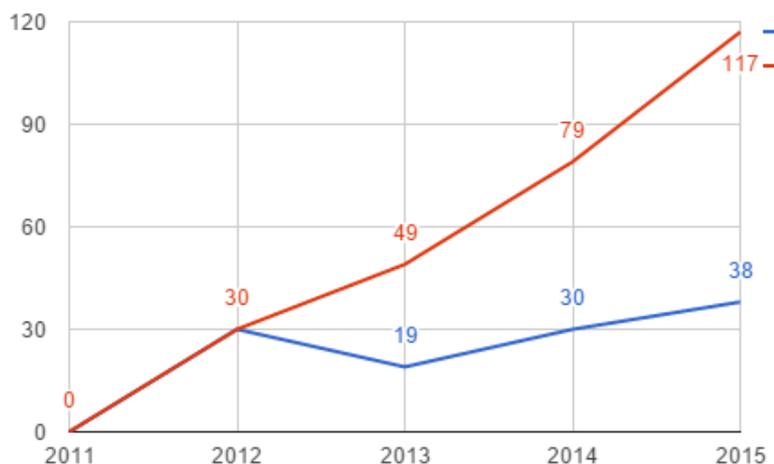


FIGURA 3 - Evolução do número de webinars por ano (azul) e acumulado (vermelho) (ref. Relatório LIneA)

As atividades científicas dos projetos apoiados pelo LIneA em 2011-2015 são retratadas numericamente no Quadro 2.

QUADRO 2 - Resumo da produção relativa às atividades científicas dos projetos apoiados pelo LIneA (ref. Relatório LIneA)

Indicador	Valor
Artigos (publicados e aceitos)	127
Número de citações	5000+
Média de artigos por ano	20+
Teses e dissertações	17
Afiliados: Pesquisadores contratados	45
Afiliados: Estudantes	17
Número de webinars	128
Organização de reuniões internacionais	5
DES Builders (construtores do Projeto DES) (*)	8

(*) DES Builders: pessoas que tiveram reconhecimento da direção do projeto DES em trabalho de infraestrutura equivalente a uma carga de 24 meses de trabalho em regime integral (FTE – full time equivalent) que tenham dado significativa contribuição.

Entre as realizações do LIneA vale destacar:

- i. desenvolvimento de um Portal Científico que hoje é utilizado por vários centros internacionais, entre os quais o CTIO, Fermilab e NCSA;
- ii. colaboração técnica com o LBL, Fermilab, NCSA, LSST e SLAC;
- iii. desenvolvimento de um sistema de software para atender de forma eficiente as necessidades de validação, análise e mineração do grande volume de dados que está sendo utilizado no observatório do CTIO (atendendo a todos os usuários da DECam – *Dark Energy Camera*), no Fermilab (com mais de 180 usuários registrados), e no LIneA (atendendo aos pesquisadores brasileiros); em breve, será instalado no NCSA e no LBL;
- iv. criação e operação de laboratórios multiusuários para processamento e distribuição de dados, integrados a vários centros internacionais, com mais de 100 usuários cadastrados, atendendo pesquisadores brasileiros.

Atualmente, alguns projetos internacionais contam com o apoio do LIneA para a participação de pesquisadores do Brasil, são eles:

- i. Dark Energy Survey (DES) – projeto que objetiva estudar a natureza da energia escura;
- ii. Sloan Digital Sky Survey – III (SDSS-III) – uma colaboração internacional, para produzir levantamentos espectroscópicos de extensas regiões do céu. Consiste de quatro levantamentos: BOSS, SEGUE, APOGEE e MARVELS; e
- iii. SDSS-IV – extensão do SDSS-III, incluindo um novo levantamento (MaNGA) de 10.000 galáxias próximas;

Os seguintes projetos estão elencados para serem apoiados no futuro:

- i. Transneptunian Occultation Network (TON) – estudo da população de pequenos corpos planetários situados além da órbita de Netuno que são fontes de informação sobre a história e a evolução do sistema solar exterior;
- ii. Large Synoptic Survey Telescope (LSST) – mapeamento de quase metade do céu por um período de 10 anos através de um novo tipo de telescópio sendo construído em Cerro Pachón no Chile, previsto para entrar em

operação no início da próxima década – cobrirá toda a região celeste mapeada duas vezes por semana com mais de 800 imagens panorâmicas a cada noite, gerando até 30 Tbytes de dados reduzidos; e

- iii. Dark Energy Spectroscopic Instrument (DESI) – um levantamento dedicado a observações espectroscópicas de dezenas de milhões de objetos para o estudo da energia escura através do telescópio Mayall de 4m do Kitt Peak National Observatory e de um novo espectrógrafo de média resolução a ser construído pelo projeto.

Todos esses projetos têm um limitado número de participantes do Brasil, que são escolhidos por chamadas públicas, promovidas pelo LIneA. O Relatório do LIneA, em sua seção 7.1, destaca um conjunto de projetos científicos realizados com o apoio do Laboratório.

Os resultados desse esforço internacional certamente terão grande impacto na Astronomia e Cosmologia, representando uma nova era para as pesquisas nessas áreas, e, seguramente, a participação efetiva do Brasil é de fundamental importância para manter o país atuante na fronteira dessas pesquisas. Neste sentido, o LIneA é uma iniciativa que já aportou uma grande contribuição, mostrando ser um mecanismo efetivo para viabilizar essa participação. O LIneA é um dos responsáveis pelo acordo com o LSST que permite a participação de 50 (cinquenta) pesquisadores brasileiros neste projeto revolucionário. A questão que se coloca é a definição da estrutura organizacional, dos recursos financeiros e dos mecanismos de atuação junto à comunidade científica brasileira e internacional, para se alcançar maior estabilidade e eficácia no atingimento de seus objetivos.

2.2. Serviços de Processamento e Distribuição de Dados – Plataforma Computacional

O principal resultado dessa linha de ação é a oferta de um Serviço de Centro de Dados Científicos. Essa funcionalidade pode ser considerada como o primeiro serviço provido pelo LIneA à comunidade, baseado em três componentes: (i) a infraestrutura física de TIC; (ii) o transporte, armazenamento e processamento de dados científicos; e (iii) a disponibilização de uma plataforma básica de software. Portanto, a concatenação desses recursos tecnológicos e humanos provê à comunidade uma Plataforma Computacional específica para e-Astronomia.

O quadro a seguir apresenta alguns indicadores do centro de dados do LIneA.

QUADRO 3 - Indicadores do Centro de Dados do LIneA (ref. Relatório LIneA)

Indicador	Valor
Número de equipamentos	110
Número de usuários LIneA (ldap)	108
Acesso ao <i>Skyserver</i>	14.927
Acessos ao site do LIneA	112.591
Volume de dados transferidos 2014-2015 (TB)	100
Volume de dados armazenados (TB)	250
Número de processos do portal	23.000
Número de logins na devel (2012-2015)	11.129

2.2.1. Infraestrutura Física de TIC

O LIneA conta com uma grande capacidade instalada de equipamentos de computação e armazenamento. A construção da infraestrutura física do centro de dados foi incremental ao longo dos anos, em função do financiamento, o que impactou também na qualidade dos componentes, diretamente dependente da previsibilidade dos recursos de investimento. Hoje há cerca de 100 (cem) equipamentos (computadores e equipamentos de comunicação), patrimoniados no Observatório Nacional. Os ativos de tecnologia da informação e comunicação (TIC), ou seja, os principais componentes dessa infraestrutura de TIC são os nós de processamento (cerca de 1.000 núcleos), os nós de armazenamento (cerca de 500 TB) e os sistemas operacionais e de bases de dados.

A arquitetura do centro de dados foi desenhada para atender as demandas das aplicações científicas e incluem: i) altas taxas de transferência de dados; ii) armazenamento de grandes quantidades de dados; iii) resgate eficiente de dados armazenados em banco de dados; iv) processamento paralelo para dados de diferentes partes do céu; v) hospedagem de serviços críticos para a operação e para o trabalho colaborativo.

A plataforma computacional está organizada em torno dos seguintes elementos:

- Cluster de processamento de produção com 38 nós (912 núcleos);
- Cluster de processamento para testes de integração com 4 nós (72 núcleos);
- Cluster lustre com 6 nós (sistema de arquivos compartilhado de alto desempenho);
- Mass storage (armazenamento de dados);

- Banco de dados do SDSS (MS SQL);
- Banco de dados do DES (PostgreSQL);
- Cluster de serviços (VMs) onde se encontram as ferramentas colaborativas git (repositório de códigos), twiki, repositório de documentos, correio eletrônico;
- Máquina dedicada ao desenvolvimento;
- Sistema de Transferência de Dados (DTS);
- Firewall.

Essa infraestrutura é implantada em uma instituição-abrigo. A localização inicial foi o ON, posteriormente no espaço de hospedagem (*hosting*) do LNCC/Ponto de Presença da RNP, localizado no CBPF e, atualmente reside no LNCC, localizado na cidade de Petrópolis. Com exceção do último estágio, houve dificuldades técnicas para uma operação contínua no ON e no CBPF, em função de limitações para adaptação da infraestrutura disponibilizada (espaço, energia e refrigeração), o que gerava riscos de segurança para a operação com qualidade e disponibilidade.

No mês de julho de 2015, as máquinas foram transferidas para o LNCC/Petrópolis. Toda a Plataforma Computacional é mantida e monitorada sob contrato com empresa de serviços de tecnologia. Essa gestão técnica dos ativos de TIC monitora o parque e provê suporte às atividades operacionais básicas (a mesma empresa também realiza a gestão de plataformas básicas de software, como as bases de dados). O LIneA conta também com uma equipe de TI que é responsável por gerenciar os serviços para os usuários, realizar a interface com a empresa contratada e desenvolver, manter e evoluir a qualidade da oferta de aplicações aos pesquisadores.

Do relato apresentado, podem-se ressaltar os dois principais obstáculos à qualidade dessa Plataforma Computacional, a disponibilidade e a recuperação das falhas:

- i. Disponibilidade: a produção estável dos equipamentos e sistemas de bases de dados, portanto, do uso das aplicações de pesquisa, tem sido adiada de forma recorrente pela irregularidade de custeio. Isso implica também em dificuldades de reposição de equipamentos com defeitos, pois não há reserva técnica ou contrato de reposição. Consequentemente, a obsolescência dos equipamentos aumenta seu custo de manutenção, tornando-o inviável a partir de certo ponto e, colocando o laboratório com

capacidade recorrentemente saturada para novas aplicações. As principais falhas dos ativos de TIC, como esperado, passam a incidir progressivamente sobre os equipamentos fora de garantia técnica. Foi relatado que 80% dos equipamentos se encontram fora de garantia, acarretando um alto custo de manutenção e aquisição de peças de reposição, e que ocorrem muitos períodos de indisponibilidade, havendo necessidade de redundâncias.

- ii. Recuperação das falhas: as equipes de suporte tecnológico, tanto do LIneA, da empresa de serviços e da instituição-abrigo, atuam em monitoramento em horário comercial, os problemas nos fins de semana e períodos noturnos não são tratados tempestivamente.

2.2.2. Serviços de Transporte, Armazenamento e Processamento de Dados

As informações científicas (dados reduzidos dos observatórios astronômicos) que serão processadas no laboratório proveem de parceiros internacionais que os armazenam em suas premissas. Essas instituições parceiras são outros laboratórios, centros de dados ou equipamentos, atualmente localizados principalmente na América do Norte, mas futuramente também em outras regiões (ex. Austrália). Por essa razão, o LIneA necessita de comunicação de alta capacidade (dezenas de Gigabit/seg) e baixa latência (dezenas de milissegundos), para transportar ao Brasil esses dados com eficiência. O serviço de transporte permite disponibilizar esses dados com facilidade aos pesquisadores brasileiros, agilizando seu acesso pela comunidade beneficiária e permitindo sua análise facilitada – iguala as condições brasileiras para a produção de conhecimento com os grupos com acessos nativos em seus países. Adicionalmente, o serviço de armazenamento massivo local também permite ao laboratório adicionar valor a essa informação. Valendo-se de sua capacidade computacional, os dados brutos são processados e ofertados na forma de novos produtos informacionais, por meio de ferramentas e artefatos desenvolvidos pelo laboratório para visualização, validação e exploração dos dados científicos. Como exemplo, foi relatado um caso de sucesso, observado pelo uso científico de pesquisador brasileiro, em que as informações assim disponibilizadas, aumentaram por um fator 50 a eficiência de análise de modelagens astronômicas, permitindo importantes resultados para o estudo do Sistema Solar.

Do relato apresentado, podem-se ressaltar os três principais obstáculos no transporte, armazenamento e processamento de dados científicos, respectivamente:

- i. Redes com vazão assegurada: a capacidade de comunicação ainda está limitada a 1 Gb/s, mas o principal ofensor é o incremento taxa de transferência que, recentemente, alcançou 600 Mb/s. A capacidade e vazão da rede são essenciais em operação contínua com as instituições parceiras e clientes do LIneA, mas especialmente importantes nos eventos periódicos, como no SDSS, quando há necessidade de transferência de 15TB de dados, duas vezes ao ano, e no DES são 50TB de dados uma vez ao ano;
- ii. Armazenamento limitado: há imprevisibilidade para a ampliação dessa capacidade de armazenamento, necessária para atender os ciclos de atualização de dados brutos dos projetos científicos e a produção de novos artefatos informacionais - para armazenamento de dados foi adquirido um sistema com 180 discos de 3 TB cada, totalizando 540 TB. Por exemplo, o projeto LSST exigirá cerca de 400 TB/ano, cumulativamente em 10 anos aponta a necessidade básica de 5 PB. Por outro lado, a obsolescência e a falta, de manutenção regular dos nós de armazenamento, já discutida (ver 2.2.1), limita essa oferta;
- iii. Acesso à computação intensiva: a longa duração do processamento necessário para produção de artefatos, atualmente até 42h, seja pela insuficiência de nós de processamento próprios, seja pela falta de otimização necessária aos algoritmos e códigos empregados pelo LIneA. Complementarmente, a qualidade da infraestrutura física e lógica de suporte ao parque computacional (ver 2.2.1), produz frequentes atrasos na operação regular e tem impacto na produção contínua de novos produtos informacionais.

2.2.3. Plataformas Básicas de Software

Os sistemas operacionais e os grandes bancos de dados são componentes fundamentais dos serviços prestados pelo LIneA e constituem suas plataformas básicas de software. Essas plataformas complementam ou replicam informações de outros laboratórios internacionais (ex. Fermilab-DES) e, para a qualidade dos serviços aos usuários, co-existem versões de teste (evolução de códigos) e produção (uso por pesquisadores brasileiros e estrangeiros). O LIneA projetou o banco de dados para uso no DES, que sustenta a operação do DES Science Portal, consistindo de um banco

administrativo com 312 tabelas ocupando 21GB, e um banco de catálogos de dados astronômicos com 8.487 tabelas ocupando 5,2TB. Esse banco é mantido em ambiente de teste e produção no LIneA e em ambiente de produção no Fermilab. Os pesquisadores têm acesso aos dados do SDSS através do servidor SkyServer mantido no LIneA. A adoção de sistemas operacionais e bases de dados são condicionadas pelas colaborações internacionais. Em outras palavras, há relativa interdependência na opção por um ou outro sistema. Não obstante, as atuais soluções de arquitetura, opções de sistemas e aprimoramento de desempenho são atividades regulares da equipe de TI do LIneA, sempre com apoio de uma empresa terceirizada, e eventual colaboração com especialistas (ex. LNCC). Como exemplo foi relatado um caso de sucesso, no projeto DES que passou a utilizar as soluções de banco de dados do LIneA no Fermilab e, graças ao sucesso da aplicação, está sendo adotada também no principal sítio de produção do DES, localizado no NCSA.

Do relato apresentado, pode-se destacar que o principal obstáculo das plataformas básicas de software é:

- i. Eficiência dos sistemas: a escolha ajustada de arquiteturas de hardware e software e a oferta de soluções otimizadas de software (código) para esses sistemas são limitadores da eficiência do serviço para os usuários.

2.3. Serviços de Desenvolvimento e Apoio

O principal resultado dessa linha de ação é a oferta de um Serviço de Aplicações para Uso de Informações Astronômicas. Essa funcionalidade pode ser considerada como o segundo serviço provido pelo LIneA à comunidade, baseado em dois componentes tecnológicos e humanos: (i) a criação de ambientes e portais que automatizam e facilitam o trabalho de pesquisadores sobre os dados; e (ii) o suporte aos seus usuários científicos. Para isso, é realizada uma curadoria de códigos utilizados e aprimorados continuamente por pesquisadores, são preparados e homogeneizados os dados astronômicos e utilizados artefatos para tratamento dessa informação em vários formatos e de várias origens como um processo automatizado para acesso e reuso de informações na forma de um Portal Científico que, em si, constitui um ambiente de produção dos usuários do laboratório. Esse ambiente, originalmente criado pela demanda do Projeto DES, automatiza os fluxos de trabalho dos pesquisadores envolvidos com grandes projetos astronômicos e permite: (i) o compartilhamento dos seus códigos entre grupos distintos que utilizem o Portal Científico; (ii) a produção de catálogos compilando dados e metadados científicos; e (iii)

aplicar rotinas de trabalho (workflows) para análises ou simulações específicas sobre os catálogos disponíveis.

O Portal Científico congrega os seguintes serviços:

- i. repositório de códigos centralizado (git);
- ii. disponibilidade de bibliotecas científicas e pacotes de software atualizadas;
- iii. instalação e verificação automatizada da qualidade dos dados;
- iv. ferramentas para inspeção visual de imagens e catálogos associados;
- v. banco de dados de catálogos astronômicos;
- vi. automação da criação de catálogos para análise científica;
- vii. integração de algoritmos científicos na forma de workflows;
- viii. interfaces para acesso uniforme aos dados, metadados e resultados.

O nível de atividade do Portal Científico equivale a 2.250 alterações de código anualmente – cerca de 6/dia. Ao longo de nove anos de desenvolvimento, estima-se que houve investimento equivalente a 6,6 especialistas/ano em dedicação exclusiva. Alguns produtos desse trabalho (QR² e DataServer³), estão em domínio público e novos desenvolvimentos serão realizados nos próximos cinco anos para atender demandas do DES. Nessa linha, são apresentados como indicadores de sucesso do desenvolvimento já realizado, a ampla adoção da solução pelo projeto DES e por outros projetos científicos e as avaliações positivas dos usuários e instituições estrangeiras desse projeto-alvo. Para o apoio aos seus usuários científicos várias ferramentas para trabalho colaborativo foram testadas e implementadas pelo LIneA com o propósito de aumentar a eficiência e documentar o trabalho sendo realizado. Entre essas, além do próprio Portal Científico, pode-se citar o *helpdesk*, os sistemas de web conferência, para agendamento de reuniões, de calendários compartilhados, de enquetes, para redação colaborativa de documentos, entre outras.

² *Quick Reduce* (QR) que é um sistema para diagnóstico em tempo real das exposições da câmera do DES (*DECam*) instalada no telescópio Blanco de 4 metros do CTIO. O sucesso do QR motivou a direção do CTIO a solicitar o apoio do LIneA em mantê-lo em funcionamento para qualquer usuário da *DECam*, o que foi acordado com a direção do DES.

³ O *Data Server* é um sistema complexo entregue para a colaboração DES em abril de 2014 composto por um conjunto de ferramentas disponíveis no LIneA e no Fermilab.

Do relato apresentado, pode-se destacar que o principal obstáculo ao desenvolvimento de software são:

- i. Recursos humanos: os compromissos de longo prazo na manutenção e evolução de códigos e artefatos exigem estabilidade nos recursos humanos (equipe de TI e pesquisadores). Semelhantemente, a complexidade da documentação de uso dos sistemas requer uma qualificação exigente em competências técnicas e científicas.

Avaliações internacionais relativas ao Portal Científico desenvolvido pelo LIneA podem ser encontradas no site <http://www.linea.gov.br>.

2.4. Governança e Gestão

A principal entrega dessa linha de ação é capacidade de gerenciamento eficiente das atividades do laboratório e a necessária participação e tratamento de interesses de um conjunto de atores, nomeadamente na tomada de decisão sobre seu funcionamento. O grupo responsável pela gestão é composto por aproximadamente de 36 pessoas: 26 professores/pesquisadores permanentes (staff), 8 técnicos e 2 administradores. As atividades de tecnologia da informação (TI), que envolvem técnicos e pesquisadores, refletem o maior esforço da gestão, seja pela especificidade das competências em desenvolvimento de software, seja pelos compromissos assumidos com a entrega dos produtos nas colaborações. A qualidade, aceitação e reconhecimento desses produtos é um resultado extremamente positivo da gestão do laboratório. Os diretores das unidades de pesquisa do MCTIC, ON, LNCC e RNP, formam o Conselho Diretor, responsável por supervisionar as atividades do laboratório, aprovar Acordos com outras instituições e aprovar seu orçamento. Há também um Conselho de Representantes, composto por representantes técnicos dessas unidades de pesquisa com função assessora à coordenação e propositiva em relação ao orçamento. Além desses dois conselhos, há cinco comitês, dois ativos: Comitê Executivo (com representantes de instituições que tem pesquisadores associados aos projetos do LIneA), Comitê Científico (organiza atividades e publicações); e três inativos: Comitês de e-Ciência, Usuários e Avaliação.

A função executiva da direção do laboratório, cabe ao Coordenador Geral, que também prepara o orçamento anual e presta contas ao Conselho Diretor, sempre que solicitado. Atuam outras coordenações (ex. projetos científicos, TI, divulgação, secretaria) em apoio ao coordenador-geral. O modelo de associação dos pesquisadores externos ao laboratório pode ser resumido em duas categorias: (i) os membros dos

consórcios de pesquisadores brasileiros (grandes projetos internacionais), que obrigatoriamente assumem contrapartidas ao laboratório⁴; e (ii) os demais pesquisadores, que por solicitação, aprovada pelo Comitê Executivo, tornam-se membros associados.

A partir do relato apresentado e da experiência dos representantes dessas unidades de pesquisa, pode-se destacar que há dois principais obstáculos, respectivamente:

- i. Gestão de recursos humanos: o desenvolvimento de cientistas e técnicos em computação aplicada à Astronomia está sujeita às injunções dos instrumentos contratuais disponíveis (bolsas e terceirização) e dificultam a fixação das competências de TI e gestão de projetos.
- ii. Modelo de governança: a estrutura de governança não está operando como planejado, em parte em função das dificuldades de sustentação do laboratório no período, em parte pela prodigalidade de Conselhos previstos, o que torna complexa a atividade de mediação e governança com as partes-interessadas. As questões formais de organização interna são incipientes e dependem, essencialmente, da coordenação.

Políticas de Afiliação e de Uso: Os usuários do LIneA são categorizados em 3 classes: (1) os pesquisadores brasileiros que participam dos projetos internacionais apoiados pelo Laboratório; (2) os membros associados, que são pesquisadores que usufruem de sua infraestrutura, mas não participam desses projetos; (3) a comunidade que usa os dados públicos do LIneA e tem o apoio de sua equipe. Como contrapartida é exigido dos membros do grupo (1) que dediquem pelo menos 25% do seu tempo trabalhando nos projetos apoiados pelo LIneA e uma pequena fração (não especificada) do tempo a atividades de operação do Laboratório. Para admissão como membro associado (grupo 2) o pesquisador deve submeter solicitação que será avaliada pelo Comitê Executivo.

A contrapartida exigida aos membros do grupo (1) parece encontrar resistências para sua aceitação por parte da comunidade de potenciais usuários. A razão disto não é clara, mas é possível que regras mais objetivas dessa contrapartida e da constituição (ou

⁴ Há três contrapartidas: (i) colocar a afiliação do LIneA nos trabalhos associados a estes projetos; (ii) dedicar no mínimo 25% do seu tempo trabalhando nos projetos; e (iii) dedicar uma pequena fração de seu tempo a atividades relacionadas a operação do laboratório.

reestruturação) de um comitê para definição e avaliação dessa contribuição devida à operação do LIneA possa angariar maior aceitação.

▪ **Indicadores anuais (2016)**

i. Recursos Humanos

- a. 15 *staff*: 4 PhD astrônomos, 1 analista, 8 programadores e 2 secretárias;
- b. colaboradores de equipe de TI: 21 nacionais e 21 internacionais contribuindo para desenvolvimento de códigos;
- c. pesquisadores afiliados: 51

ii. Terceiros

- a. 3 empresas de TI: Slacam (suporte de infraestrutura computacional), Infax / T&T (desenvolvimento de software), Calma (contrato com ON);

iii. Despesas de TI

QUADRO 4 - Despesas de Tecnologia de Informação

Item de Despesa	Valor Anual
Slacam (RH)	R\$ 403.200
Infax (RH)	R\$ 1.145.000
Calma (RH)	R\$ 327.566
SubTotal	R\$ 1.875.766
TI Equipamentos	R\$ 379.360
Total	R\$ 2.255.126

PARTE II – DIAGNÓSTICO E PERSPECTIVAS

3. ANÁLISE SITUACIONAL

3.1. Desenvolvimento Científico

Levando em consideração o Relatório de Atividades apresentado pelo LIneA, que resume sua atuação nos últimos cinco anos, e as avaliações externas de membros das colaborações internacionais nas quais o LIneA participa que foram apresentadas a este GT, não há dúvida que a equipe do Laboratório conseguiu desenvolver ferramentas computacionais que possibilitam a análise do grande volume de dados coletados nos modernos levantamentos do céu para fazer avançar as diversas áreas da Astronomia moderna e estudar também as grandes questões da ciência atual, como a existência da matéria e da energia escura que representam 95% do nosso universo e ninguém sabe o que é.

Dois produtos ou ferramentas de software se destacam: o “Quick Reduce” que permite verificar em tempo real se os dados que estão sendo coletados são de boa qualidade e o “Portal Científico” que contém ferramentas para reduzir os dados e fazer sub-amostras específicas para análise de diferentes tópicos de pesquisa.

Estas ferramentas foram incorporadas com sucesso em grandes levantamentos atuais (colaborações DES, SLOAN-IV), e há uma demanda internacional para seu desenvolvimento e inclusão em levantamentos futuros (DESI, LSST).

3.2. Plataforma Computacional

Para que os objetivos científicos fossem atingidos, o grupo do LIneA montou um centro de dados, atualmente abrigado no LNCC, e uma equipe de TI, na sua maioria composta de terceirizados, para desenvolvimento de software. Esta infraestrutura é oferecida a pesquisadores de várias instituições brasileiras para análises em diversas áreas de pesquisa em astronomia e astrofísica abrangidas pelos levantamentos. Esta estrutura é característica de um laboratório multiusuário.

Dos problemas a serem equacionados nesta área citamos principalmente a imprevisibilidade e dificuldade do processo de aquisição de equipamentos, especialmente para mitigar riscos ou corrigir problemas de falha, tanto pela especificidade de ativos, como, principalmente, pelos limites burocráticos. Sem uma solução estrutural para o planejamento, evolução, operação (incluindo no momento crítico da produção dos

grandes projetos de colaboração, uma operação do tipo contínua, 24h, 7 dias na semana), e manutenção da plataforma computacional, não será possível assegurar a qualidade da produção científica e a ampliação da comunidade de pesquisadores beneficiados. Complementarmente, a adoção de um modelo de integração e operação efetiva com o LNCC e a RNP poderá favorecer a adoção de arquiteturas de computação de alto desempenho e de transmissão assegurada de dados em alta vazão.

Em resumo, o primeiro serviço prestado pelo LIneA, o Centro de Dados Científico, é fortemente demandante de bens, serviços e recursos humanos especializados em tecnologia de informação e comunicação. Entretanto, as soluções atuais de contratação de bens e pessoas são limitadas aos projetos que trazem recursos para sua sustentação, aumentando os riscos de uma descontinuidade da plataforma de e-Astronomia.

3.3. Serviços de Desenvolvimento e Apoio

De forma geral, essa é a competência-chave do Laboratório: construir soluções eficientes para o tratamento dos dados massivos pelos astrônomos. Ao agregar o conhecimento científico do campo e as competências em TIC, é possível desenvolver o perfil singular de cientistas de dados astrofísicos, capazes de prover serviços especializados indispensáveis para apoiar os demais cientistas que geram conhecimento relevante para a astronomia (e-ciência astronômica); a equipe de TI do Laboratório e os pesquisadores associados são os responsáveis pela geração de novos algoritmos, artefatos e processos do Portal Científico. Espera-se que o Portal Científico seja utilizado para alavancar soluções para outros projetos importantes, como o LSST.

A qualidade das soluções produzidas, algoritmos e aplicações, indica como é possível estabelecer uma organização virtual capaz de apoiar novos pesquisadores no campo da e-Astronomia. No entanto, em grau mais elevado que os especialistas em TI que mantém a plataforma computacional, o perfil do especialista em e-Astronomia capaz de co-criar tais soluções com sua comunidade beneficiária, requer um investimento mais longo para alcançar resultados de qualidade. Na realidade, o LIneA ao mesmo tempo que provê esse serviço de aplicações em e-Astronomia, desempenha o papel de formar esse perfil, mesclando essas competências. Deve-se reconhecer esse importante papel de formação e, da mesma forma, também para os especialistas de TI, mitigar os riscos provocadas pela impossibilidade de melhor contratação, retenção e desenvolvimento.

3.4. Governança e Gestão

A liderança do laboratório foi capaz de aliar um conjunto de atores institucionais relevantes para seu desenvolvimento, sejam as unidades de pesquisa que o apoiam, a comunidade de pesquisadores associados, como também as instituições parceiras internacionais. Há resultados de articulação e negociação internacional extremamente importantes que resultaram, principalmente, da capacidade de agência da coordenação do laboratório. O papel do Comitê Diretor é reativo, limitado estrategicamente e sua vinculação é frágil com o laboratório, abordando em geral problemas contingentes de sustentação. Apesar disto, pode-se mostrar que tal associação de instituições na governança do LIneA pode gerar excelentes resultados, como aquele alcançado na participação no LSST de astrônomos brasileiros, negociada pelo LNA e LIneA, com base na contrapartida de transporte de rede de alta capacidade pela RNP para o projeto internacional.

Os questionamentos existentes sobre as atuais políticas de uso do laboratório, indicam que falta um mecanismo claro para a negociação e tomada de decisão, que permita mediações consensuais com a comunidade beneficiada. A representação que reflita os financiadores e comunidade, os papéis e responsabilidades dos órgãos de governança, a periodicidade e os processos para tomada de decisão, ainda requerem várias melhorias de forma a garantir melhor *accountability* e legitimação pela comunidade.

3.5. Sustentação

O Laboratório não tem atualmente fonte de recursos garantida para manter suas atividades no nível atual e tampouco no nível almejado pela coordenação. O LIneA tem se mantido com recursos escassos, advindos das unidades de pesquisa signatárias e majoritariamente com recursos de editais e descentralizações. Sem uma correção desta situação a operação continuada do laboratório não pode ser garantida.

Do ponto de vista dos recursos financeiros para custear as operações a curto prazo, cabe destacar que na última chamada do CNPQ para INCTs o projeto do LIneA foi classificado em 26º lugar entre mais de 200 (duzentos), e assinou recentemente o termo de concessão no valor de R\$ 10 milhões. Recentemente o LIneA também foi agraciado com cerca de 5 milhões de reais para os próximos cinco anos em projeto da FINEP para apoio a laboratórios multiusuários do MCTIC.

Portanto, apesar do sucesso do laboratório em reunir e manter esses recursos humanos e tecnológicos no período analisado, deve-se buscar uma solução institucional para assegurar sua continuidade, mitigar os riscos de paralisação e otimizar os custos de sua sustentação em longo prazo.

À luz das informações e discussões realizadas, pode-se alcançar a seguinte avaliação expressa nas dimensões interna e externa:

QUADRO 5 - Resumo da Análise Interna

Forças	Fraquezas
Resultados científicos	Governança incompleta para a tomada de decisão
Formação de recursos humanos	Participação externa limitada em políticas de uso
Visão de futuro e planejamento de metas	Manutenção de ativos de TIC
Executividade e prestação de serviços	Contratualização e terceirização
Relacionamentos consolidados	Apoio restrito da comunidade astronômica

QUADRO 6 - Resumo da Análise Externa

Oportunidades	Ameaças
Legitimação do uso pela comunidade	Resistência da comunidade de Astronomia a novos modelos de atuação
Criação de uma Organização Virtual para suporte à ciência astronômica	Escassez de recursos para a ampliação tempestiva de ativos de TIC
Condições para atuação no projeto LSST	Concorrência de outros projetos em Astronomia na alocação de recursos
	Falta de uma estratégia nacional para a área de Astronomia

4. SUGESTÕES

Nesta sessão são apresentadas algumas sugestões para análise e futura implementação com vistas à continuidade e a ampliação do acesso pela comunidade aos serviços desenvolvidos e oferecidos pelo Laboratório. Apresentamos sugestões de curto prazo que precisam ser implementadas rapidamente para evitar a descontinuidade dos trabalhos e, sugestões de longo prazo, para melhor atuação e sustentação do Laboratório. Também são consideradas iniciativas estruturais para atendimento aos demais projetos de e-ciência em desenvolvimento no país que demandam serviços avançados de TIC.

Verificou-se, durante esta análise, que dois pontos principais devem ser focados para uma adequada continuidade do LIneA: governança e manutenção das operações.

4.1. Sugestões de Curto Prazo (2018)

A medida mais importante para a continuidade dos trabalhos do laboratório em curto prazo é assegurar recursos para a continuação e desenvolvimento do LIneA, que constitui uma experiência inovadora como laboratório interinstitucional, reunindo e utilizando competências presentes nas instituições signatárias. Entretanto os recursos necessários nos próximos cinco anos (listadas no relatório do LIneA), para a continuação e expansão de suas atividades, são de alto vulto e não podem ser alocadas nos orçamentos atuais do ON, LNCC ou RNP.

Os recursos eficientemente obtidos em editais de agências de fomento pela equipe do Laboratório, embora sejam muito importantes e possam dar folego às atividades, não devem se constituir como fonte única ou principal de recursos do Laboratório. Há necessidade de aporte de um orçamento anual para permitir solução de continuidade de uma equipe de pessoal técnico e de apoio administrativo, assim como de manutenção da plataforma computacional, garantindo as atividades do Laboratório sem interrupções ou perda de capacidade constituída. Essa alternativa de curto prazo será especialmente necessária para manter as atuais equipes a partir do mês de agosto de 2017, haja vista as restrições de uso da verba de fomento para recursos humanos (contrapartida institucional).

Assim, para assegurar recursos para a manutenção e desenvolvimento do LIneA, uma primeira alternativa seria a inserção pelo MCTIC de Planos Orçamentários (PO), específicos nos orçamentos das instituições signatárias para esta continuidade. Sugerimos que isto seja feito de forma distribuída, constituindo, por exemplo, um PO do ON para pagamento dos compromissos internacionais e pessoas, no orçamento do LNCC para a

compra e modernização de equipamentos de informática e para os recursos humanos de suporte de TI, e a inclusão no contrato de gestão da RNP de previsão para a contratação dos atuais recursos humanos estratégicos, como cientistas de dados para o LIneA. Uma segunda alternativa no curto prazo, caso as recomendações de longo prazo deste Grupo de Trabalho venham a ser aprovadas pelo MCTIC, seria concentrar os mecanismos provisórios de gestão de pessoas e serviços do LIneA na RNP. Dessa forma, o Laboratório se constituiria em um projeto de Soluções de TIC, a ser previsto no Contrato de Gestão. Em ambas alternativas, todos os recursos humanos seriam contratados por tempo determinado, até dois anos, com vistas à conclusão da estruturação da organização final do novo LIneA.

Por fim, há que haver o reconhecimento formal do MCTIC que normatize a existência e vinculação do Laboratório aos Planos de Ação de CT&I da área. Conseqüentemente, os representantes de LNA, ON, LNCC e RNP poderão (i) revisar e renovar o Acordo de Cooperação que apoia o LIneA, (ii) atualizar o modelo de governança e (iii) legitimar as solicitações de recursos no período de dois anos, 2018 e 2019, dentro do processo normal e instancias devidas para o custeio da operação do LIneA no curto prazo.

4.2. Sugestões Estratégicas para o Desenvolvimento de Longo Prazo (2019-2023)

Do ponto de vista organizacional, o LIneA se enquadra na categoria de laboratório multiusuário, onde um grupo de excelência de uma ou mais instituições agregam em torno de si outros grupos de pesquisa, formando assim uma rede de pesquisa. Acreditamos que na forma atual o LIneA, não tem massa crítica de pessoal nem amplo espectro de áreas de pesquisa em Astronomia, ou em TI, que justifiquem sua transformação em uma nova instituição de astronomia do MCTIC, que já conta nestas áreas com o ON, LNA, INPE, LNCC, RNP e CTI. Há, portanto, duas sugestões complementares a serem consideradas no prazo de dois anos, 2017 e 2018, para institucionalizar o Laboratório.

A primeira será empreender um novo planejamento do LIneA para reconfigurar seus componentes estratégicos, modelo de gestão e mecanismos de governança. Esse planejamento deverá contemplar e propor as formas de contratação de recursos humanos para a continuidade da pesquisa em e-Astronomia e dos serviços à comunidade e pactuá-

las com os financiadores do fomento em um plano de ação de cinco anos, a partir de 2019.

A segunda será estabelecer um processo de publicização de uma das Unidades de Pesquisa do campo da Astronomia como uma Organização Social do MCTIC (Lei 9.637/1998), ou a criação de uma nova instituição. A singularidade e papel de uma instituição de representação, com foco e excelência, operando sob o modelo de Organização Social, permitiria construir um novo modelo de gestão para o fomento da Astronomia que melhor contemple os grandes projetos de colaboração, os novos equipamentos e os laboratórios interinstitucionais em que a comunidade de pesquisa brasileira já participa e necessitará ampliar seu envolvimento. Hoje as injunções legais e limitações formais para o aproveitamento de recursos de fomento, bens e pessoas, no Brasil e de parcerias internacionais, não atendem essa comunidade importante e atuante. Esta revisão institucional, permitirá à comunidade astronômica brasileira ser melhor beneficiada e tornará previsível o trabalho de articular as demais Unidades de Pesquisa, manter laboratórios compartilhados, instanciar importantes projetos como organizações virtuais e, fundamentalmente, desenvolver e manter recursos humanos qualificados para este campo. Dessa forma, pode-se prefigurar que, tal como ocorreu com o CNPEM, Centro Nacional em Energia e Materiais, que congrega laboratórios distintos sob sua gestão como Organização Social, essa OS seria a futura institucionalidade para permitir a gestão eficiente de linhas de ação e projetos estruturantes no âmbito da Astronomia brasileira, sem prejuízo dos atuais laboratórios nacionais e organizações virtuais que congregue e apoie, mantendo a coordenação e a autonomia dessas ações. Caso esse arranjo seja possível, o LIneA se tornaria o primeiro laboratório multiusuário da OS como uma organização em e-Astronomia até 2019.

Caso o MCTIC considere desejável e viável tal projeto institucional para o campo, recomenda-se, no caso particular do LIneA, que ocorra a separação da Plataforma Computacional da formalização do novo LIneA. Ou seja, os recursos tecnológicos de computação, armazenamento, comunicação (transporte de dados) e o software básico (bases de dados), devem ser planejados, contratados e mantidos de forma centralizada e oferecido como serviço para o novo LIneA, assim como para quaisquer outros grandes projetos estruturantes apoiados pelo MCTIC e agências de fomento de pesquisa. Trata-se de assegurar que a Plataforma Computacional do Laboratório (computadores, comutadores, armazenamento, backup, contrato de manutenção, suporte, etc) é parte de uma plataforma de TI comum a ser provida para o(s) laboratório(s)

nacional(is), não exclusivamente, promovendo redução de custos expressivos pela escala da operação (incluindo serviços de computação e armazenamento em nuvem híbrida com o setor privado). Em outras palavras, como caso geral, defende-se que não será possível, nem desejável, que houvesse financiamento para a sustentação de grandes iniciativas de ciência e pesquisa, altamente demandantes de TIC, de forma descoordenada. Os mesmos ganhos de escala já alcançados pelo MCTIC na estruturação da comunicação avançada em educação e pesquisa (RNP) e computação de alto desempenho (LNCC), necessitam ser melhor empregados, articulados e, de forma nova, ofertados como serviço à comunidade: uma Ciberinfraestrutura como Serviço para projetos de e-ciência nos grupos em e-astronomia, e-biodiversidade, e-saúde, etc e diversos arranjos multiinstitucionais, como os INCT. De outro lado, tal oferta deve ser modelada como serviço, ou seja, apresentar e pactuar com seus clientes níveis de disponibilidade, previsibilidade e resultados quantitativos, e, portanto, vincular recursos para a recuperação de seus custos de manutenção e desenvolvimento, seja via fomento ou diretamente.

Para que seja possível, RNP e LNCC deveriam coordenar a implantação e operação conjunta de um Centro de e-Ciência para servir a esses projetos estruturantes altamente demandante de TIC. O Centro agregaria as competências na área de computação de alto desempenho, armazenamento massivo e comunicação de alta vazão. Sua implementação pode ser realizada na forma de uma Unidade de Gestão pela RNP, com segregação financeira e *accountability* pela comunidade. O Centro não poderá ser cliente de seus serviços. Também deveria ser capaz de estabelecer com o setor privado, que também demanda ambientes exigentes em computação, comunicação e simulação para inovação, modelos de uso simplificado e remuneração para a sustentação e evolução dessas facilidades. O Centro de e-Ciência seria orientado ao atendimento dos projetos de e-ciência identificados pela política de CTI (ex. programas estruturantes, INCT, inovação na indústria, etc) que exijam serviços de suporte de TIC e infraestrutura avançada para seu desenvolvimento. Além da economia na aquisição planejada e em escala, seu trabalho irá reduzir a complexidade da evolução e sustentação de TI para esses grupos em distintos campos do conhecimento, permitirá a sustentação de recursos humanos especialistas de TIC e poderá contribuir para a viabilização, previsibilidade e a sustentação de projetos exigentes em TIC de qualquer área. Caso esse arranjo seja possível, o LIneA se tornaria o primeiro parceiro do Centro de e-Ciência até o ano de 2019.

5. CONCLUSÃO

A análise dos resultados apresentados pelo LIneA no Relatório de Atividades mostra a grande competência agregada pela equipe na área de e-Astronomia e ciência com grandes volumes de dados. Competência esta que foi criada através de participação ativa em projetos internacionais e capacitação de jovens pesquisadores. Os serviços prestados pelo laboratório, na forma de laboratório multiusuário, propiciaram a dezenas de pesquisadores de outras instituições a participarem dos projetos SLOAN III e DES. O LIneA ainda possui potencial para gerenciamento de novos projetos.

Verifica-se que dois pontos principais devem ser focados para uma adequada continuidade do laboratório, visando sua continuidade e ampliação do acesso pela comunidade: (i) a manutenção das operações da Plataforma Computacional - recursos humanos e infraestrutura física demandante, e (ii) a revisão e atualização do Modelo de governança. Considera-se que o LIneA não é um simples projeto que possa ser renovado ou extinto, mas que também não alcança o escopo e natureza de um instituto de pesquisa. A continuidade do modelo financeiro atual é instável e ineficiente. O modelo atual não é escalável e não promove sucessão planejada de recursos e pessoas.

Com isso em mente, no curto prazo se sugere o reconhecimento pelo MCTIC do laboratório e um planejamento bianual para seu custeio de forma coordenada e colaborativa entre ON, LNCC e RNP, com participação na governança do LNA. Em longo prazo, deve-se construir uma institucionalidade na forma de laboratório multi-institucional, mantido por uma Organização Social, criada ou publicizada a partir de uma das Unidades de Pesquisa do MCTIC. Essa nova institucionalidade passaria a incubar e manter laboratórios multi-institucionais, organizações virtuais, entre outras formas de colaboração nacional e internacional do campo. Adicionalmente, RNP e LNCC seriam responsáveis por constituir um Centro de e-Ciência capaz de prestar serviços de computação, armazenamento e comunicação de alto desempenho aos diversos projetos de e-ciência qualificados pela política de CTI. Esse Centro de serviço de ciberinfraestrutura traria simplificação e previsibilidade para projetos exigentes em TIC de diversos campos e proveria eficiência e possibilidade de planejamento de evolução e sustentação em longo prazo.

Rio de Janeiro, 28 de dezembro de 2016.

Augusto Gadelha

Laboratório Nacional de Computação Científica – Diretor

Bruno Castilho

Laboratório Nacional de Astrofísica – Diretor

João dos Anjos

Observatório Nacional – Diretor

Nelson Simões

Rede Nacional de Ensino e Pesquisa – Diretor