

RELA TÓRIO



20 24



GOVERNANÇA INCT DO E-UNIVERSO

Luiz Nicolaci da Costa (Coordenador)
Rogério Rosenfeld (Vice-Coodenador)
Julio I. B. Camargo (Vice-Coodenador Regional)

Comitê Gestor

Luiz Nicolaci da Costa – Laboratório Interinstitucional de e-Astronomia (LIneA)
Rogério Rosenfeld – Universidade Estadual Paulista (UNESP)
Roberto V. Martins – Observatório Nacional (ON)
Julio I. B. Camargo – Observatório Nacional (ON)
Sandro Rembold – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Sede

Associação Laboratório Interinstitucional de e-Astronomia

Equipe LIneA

Carlos Adean
Cristiano Singulani
Glauber Vila-Verde
Jandson Vitorino
Julia Gschwend
Leandro Silva
Luiz Nicolaci da Costa
Mariana Fernandes
Nubia Garcia
Rosane Melo

EQUIPE DO RELATÓRIO

Escrita e revisão

Angela Ferreira Gomes
Carlos Adean
Julia Gschwend
Luciana Buksztejn Gomes
Luiz Nicolaci da Costa
Mariana Fernandes
Rodrigo Bouffleur

Diagramação

Flávia da Matta Design

Apoio

INCT do e-Universo
FAPERJ
FINEP
CNPq

Agradecimentos

Ao trabalho da equipe LIneA (passado e presente) ao longo de quase 20 anos, que tornou todas as atividades aqui descritas uma realidade para a comunidade brasileira.



IN MEMORIAM
MARCIO MAIA

SUMÁRIO

CAPÍTULO 01 APRESENTAÇÃO

CAPÍTULO 02 A CONSTITUIÇÃO DO INCT DO e-UNIVERSO

CAPÍTULO 03 **LIneA** – UMA TRAJETÓRIA INOVADORA NO AMBIENTE DE C&T BRASILEIRA

CAPÍTULO 04 O INCT DO e-UNIVERSO HOJE

AS COLABORAÇÕES CIENTÍFICAS APOIADAS PELO **INCT DO e-UNIVERSO**

PARTICIPATION GROUPS

MEMBROS E INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS

GOVERNANÇA E GESTÃO

RECURSOS FINANCEIROS E INVESTIMENTOS

CAPÍTULO

05

EIXOS DE ATUAÇÃO E PRINCIPAIS RESULTADOS DO INCT e-UNIVERSO

PRODUÇÃO CIENTÍFICA, TECNOLÓGICA E DE INOVAÇÃO

COOPERAÇÃO INTERNACIONAL

INTEGRAÇÃO NACIONAL

FORMAÇÃO DE PESSOAS

COMUNICAÇÃO & DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

CAPÍTULO

06

IMPACTO DO INCT DO e-UNIVERSO

CAPÍTULO

07

LEGADOS DO INCT DO e-UNIVERSO

ASSOCIAÇÃO **LineA**

CENTRO DE E-CIÊNCIA

INDEPENDENT DATA ACCESS CENTER (IDAC) PARA O LSST

BRAZILIAN PARTICIPATION GROUP (BPG)

CAPÍTULO

08

FUTURO

PLANO DE TRABALHO PARA 2025 E ALÉM

RECOMENDAÇÕES PARA O FUTURO

CONSIDERAÇÕES
FINAIS

CAPÍTULO 01

APRESENTAÇÃO

Este documento relata a trajetória do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia do e-Universo (**INCT do e-Universo**) em sua formulação conceitual e estratégica, os atores envolvidos, os impactos significativos em produção de conhecimento, desenvolvimento de infraestrutura tecnológica, formação de pesquisadores, divulgação científica, inovação organizacional e de governança.

A sua elaboração contou com a participação da coordenação, dos membros e de parceiros do INCT, por meio de contribuições individuais, entrevistas, consultas e uma oficina de diálogo e reflexão coletiva. O relatório busca prestar contas dos investimentos realizados, e contribuir para a memória e aprendizado da comunidade de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) brasileira.

A constituição do **INCT do e-Universo** se deu no âmbito do Programa Institutos Nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação,

que reconheceu no proponente, o Laboratório Interinstitucional de e-Astronomia (**LIneA**), a estrutura multiinstitucional, capacidade instituída de cooperação nacional e internacional e amplo potencial de pesquisa, desenvolvimento e inovação. Nesse sentido, coube um foco sobre a história do **LIneA**, que permitiu a organização e sedia o INCT. Por sua vez, o **INCT do e-Universo** deu sustentação ao **LIneA** a partir de 2018, sendo definidor para sua sustentação e desenvolvimento.

O relatório descreve os grandes projetos de colaboração internacionais, cuja participação brasileira é apoiada pelo INCT, que formam um panorama da nova pesquisa em astronomia e e-ciência. Para apreender a dimensão da cooperação como prática, foram mapeados os membros e instituições envolvidas, a governança e o conjunto de investimentos aportados ao INCT. Além de aprofundar os resultados nos principais eixos de atuação, quais sejam produção científica tecnológica e de inovação, formação de pesquisadores, cooperação internacional, integração e interação nacional e divulgação científica.

É DESAFIO DESTA RELATÓRIO COMPREENDER OS IMPACTOS DO INCT DO E-UNIVERSO, SOBRETUDO DO PONTO DE VISTA DOS QUE PARTICIPAM DO ESFORÇO. E APONTAR PARA O FUTURO, POTENCIALIZANDO O QUE FOI CONSTRUÍDO E CONSOLIDANDO O LEGADO.

CAPÍTULO 02

A CONSTITUIÇÃO DO INCT DO E-UNIVERSO

O Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia do e-Universo tem como propósito apoiar a participação de membros da comunidade científica brasileira das áreas de astronomia, cosmologia, física das altas energias e tecnologia da informação (big data), nos grandes projetos internacionais de pesquisa e formar uma nova geração de pesquisadores, apta a se inserir nessas colaborações de maneira organizada e protagonista.

Inovações e avanços substanciais em telescópios, lentes, câmeras vem aportando riqueza inimaginável de informações, cuja exploração e entendimento mudaram o panorama da astronomia e da pesquisa científica. O volume e extensão dos dados vem mobilizando extensas colaborações na comunidade científica internacional, em um paradigma multidisciplinar, em redes, com vasta produção de resultados.

A PARTICIPAÇÃO DO BRASIL NESSES GRANDES PROJETOS TEM COMO BASE A CAPACIDADE DAS SUAS INSTITUIÇÕES, GRUPOS E PESQUISADORES DE CONTRIBUÍREM NA EXPLORAÇÃO, PROCESSAMENTO, ARMAZENAMENTO E PRODUÇÃO DE CONHECIMENTOS A PARTIR DOS DADOS.

E a efetiva obtenção e manutenção do acesso depende de articulação, pactuação e garantia das contrapartidas previstas em cada projeto, entre elas, o desenvolvimento de infraestrutura, tecnologia e processos.

Proposto em 2014, no âmbito da segunda chamada pública do Programa Institutos Nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação, o **INCT do e-Universo** responde a esses desafios aportando capacidade científica, tecnológica e de articulação nos ambientes nacional e internacional capazes de potencializar a participação de pesquisadores, grupos e instituições brasileiras nos levantamentos internacionais.

O Programa Institutos Nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação¹ é iniciativa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), por meio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), com participação da Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e de Fundações de Amparo à Pesquisa Estaduais. O programa foi concebido para apoiar grandes projetos de pesquisa de longo prazo em redes nacionais e ou internacionais de cooperação científica, para o desenvolvimento de projetos de alto impacto científico e de formação.

Segundo as definições do programa, os INCTs devem potencializar a pesquisa científica, tecnológica e de inovação brasileira por meio da colaboração, possibilitando que os resultados alcançados sejam quantitativamente maiores e qualitativamente melhores em relação

1 Informações sobre o Programa Institutos Nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação em <http://inct.cnpq.br/home/>

aos que seriam alcançados pelo somatório das contribuições individuais de pesquisadores e instituições de pesquisa.

Cada INCT é coordenado por uma instituição sede, com excelência em produção científica e/ou tecnológica, alta qualificação na formação de recursos humanos e capacidade de alavancar recursos de outras fontes. E deve ser formado por um conjunto de laboratórios ou grupos de outras instituições, articulados na forma de redes científico-tecnológicas, com uma área ou tema de atuação definidos, na fronteira da ciência e tecnologia.

O INCT DO E-UNIVERSO ATENDE PLENAMENTE AOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DO PROGRAMA, EM SUA ORGANIZAÇÃO MULTIINSTITUCIONAL, CULTURA COLABORATIVA, INTERFACES COM PROJETOS, LABORATÓRIOS E CENTROS DE EXCELÊNCIA ESPALHADOS PELO MUNDO.

Assim contribuindo para alçar a formação de pesquisadores e a experiência de grupos e instituições brasileiras ao patamar internacional de fronteira nas áreas de astronomia, astrofísica e cosmologia.

Congrega dezenas de instituições de pesquisa e universidades, proporcionando oportunidade a grupos e pesquisadores brasileiros, de diferentes áreas, acessarem os dados dos grandes levantamentos, de maneira prioritária e antecipada, como participante do esforço de colaboração.

O apoio do **INCT do e-Universo** abre, ainda, oportunidade a estudantes e jovens pesquisadores de formação e presença no ambiente internacional de pesquisa, estabelecimento de relações e redes com lideranças mundiais nas áreas envolvidas.

O intercâmbio tecnológico na área de big data, obtido pela colaboração com grandes laboratórios e centros de e-ciência, soma à capacidade brasileira de prover infraestrutura e softwares para a pesquisa baseada em grandes volumes de dados.

O trabalho realizado no **INCT do e-Universo** frutifica em produção de teses, artigos, participação em publicações nacionais e internacionais. E seu esforço de divulgação científica vem buscando contribuir para ampliar o alcance da astronomia e atrair e facilitar o acesso de estudantes e do público em geral ao tema.

Tendo o Observatório Nacional (ON)² como primeira instituição sede, o **INCT do e-Universo** passa a ser sediado, a partir de 2020, pela Associação Laboratório Interinstitucional de e-Astronomia (**LIneA**), um ICT privado, sem fins lucrativos, fundado para responder aos desafios da pesquisa em astronomia baseada em grandes volumes de dados. A Associação **LIneA** é um dos importantes legados do **INCT do e-Universo**.

O LINEA MOTIVOU E DEU SUSTENTAÇÃO ÀS ATIVIDADES CIENTÍFICAS DO INCT, MANTENDO UM CENTRO MULTIUSUÁRIO DE E-CIÊNCIA E UM INTENSO PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DE WORKFLOWS E PLATAFORMAS CIENTÍFICAS PARA USO DE SEUS MEMBROS E DAS COLABORAÇÕES INTERNACIONAIS.

E o INCT é responsável pela manutenção física do centro e de seu pessoal, pelo apoio à pesquisa e à formação, em diferentes níveis. O INCT foi fundamental em um momento de profunda restrição de recursos para a CT&I no Brasil permitindo sustentação ao **LIneA** e avanço no conjunto de projetos. Não se pode, portanto, falar do INCT sem apresentar o **LIneA**.

² O Observatório Nacional foi criado em 1887 e atua em Astronomia, Geofísica e Metrologia em Tempo e Frequência, realizando pesquisa, desenvolvimento tecnológico e inovação. Suas atividades incluem a formação de pesquisadores em pós-graduação, capacitação de profissionais, coordenação de projetos e de atividades nacionais nas suas áreas de atuação e a geração, a manutenção e a disseminação da Hora Legal Brasileira

CAPÍTULO 03

LINEA – UMA TRAJETÓRIA INOVADORA NO AMBIENTE DE C&T BRASILEIRA

O Laboratório Interinstitucional de e-Astronomia (**LineA**) deu seus passos iniciais em 2006, buscando viabilizar a participação brasileira no Dark Energy Survey (DES)¹, na sua fase ainda preparatória. Foram atores fundamentais do processo os pesquisadores do Observatório Nacional e do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF)², que prospectaram a oportunidade e mobilizaram a colaboração entre instituições nacionais e diálogo junto ao Fermi National Accelerator Laboratory (FermiLab)³, no âmbito do qual o projeto estava sendo desenvolvido. A participação nesses grandes projetos realizados por consórcios internacionais envolve uma combinação entre aporte financeiro, normalmente feito em parcelas anuais, e contribuições na forma de serviços ou desenvolvimento de sistemas para apoio à pesquisa. O volume de informações que marca esses levantamentos implica desafios como: a transferência de dados entre o local dos experimentos e os centros de processamento; o gerenciamento dos recursos de armazenamento; o gerenciamento de banco de dados em um ambiente multiusuário; e a otimização de códigos científicos para processamento de alto desempenho. A viabilização da participação dos pesquisadores brasileiros no DES envolveu o então Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)⁴, a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP)⁵, a Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ)⁶ e universidades. Foi garantido o aporte financeiro pela FINEP, reduzido, de forma substancial, a partir da contrapartida de desenvolvimento de um software necessário para operação do projeto. Estruturou-se, então, um grupo, abrigado pelo Observatório Nacional, capaz de cumprir com essa contrapartida tecnológica e coordenar a inserção dos pesquisadores brasileiros, oriundos de diferentes instituições. O esforço desse grupo foi apoiado a partir de projetos submetidos à FINEP e à FAPERJ.

1 Informações sobre o DES em <https://www.darkenergysurvey.org/>

2 O Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) foi fundado em 1949, tendo entre os seus fundadores o físico César Lattes (1924-2005). É um instituto de excelência internacional na área de pesquisa e pós-graduação em física. Com seus laboratórios multiusuários, serve de infraestrutura para grupos de pesquisa no Brasil e no exterior, bem como para a indústria nacional

3 O Fermilab é um laboratório de física de partículas fundado em 1967, localizado em Illinois, EUA. É administrado pela Fermi Research Alliance LLC para o Escritório de Ciência do Departamento de Energia dos EUA. A FRA é uma parceria da Universidade de Chicago e da Universities Research Association Inc., um consórcio de 89 universidades de pesquisa.

4 O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, criado em 1951, é uma fundação pública vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, tem como principais atribuições fomentar a pesquisa científica, tecnológica e de inovação e promover a formação de recursos humanos qualificados para a pesquisa, em todas as áreas do conhecimento. <https://www.gov.br/cnpq/pt-br>

5 A Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) é uma empresa pública brasileira de fomento à ciência, tecnologia e inovação em empresas, universidades, institutos tecnológicos e outras instituições públicas ou privadas, vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). <http://www.finep.gov.br/>

6 A Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), criada em 1980, é uma agência pública vinculada à Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação, que visa estimular atividades nas áreas científica e tecnológica e apoiar projetos e programas de instituições acadêmicas e de pesquisa sediadas no Estado do Rio de Janeiro, por meio de concessão de bolsas e auxílios a pesquisadores e instituições. <https://www.faperj.br/>

O mecanismo utilizado no DES vem sendo replicado e adaptado pelo **LineA**, possibilitando a participação do Brasil em outros grandes levantamentos. Foi criado o Consórcio DES-Brazil em 2007, constituído por pesquisadores do ON, do CBPF e dos Institutos de Física da UFRJ e da UFRGS, e creditado como integrante do programa Dark Energy Survey.

A coordenação do Consórcio DES-Brazil e, logo, a participação no Projeto Sloan Digital Sky Survey III, são citados como destaque entre as principais realizações do ON, nos seus relatórios de gestão 2007, 2008 e 2009 como no exemplo do extrato do Relatório de Gestão do ON 2008⁷, abaixo:

-  **Coordenação da participação brasileira no Sloan Digital Sky Survey III (SDSS-III)**, uma rede de colaboração internacional, dedicada a levantamentos espectroscópicos de extensas regiões do céu para estudos em Cosmologia, Estrutura da Galáxia e Sistemas Planetários (<http://www.sdss.org>);
-  **Continuidade da participação no programa internacional Dark Energy Survey (DES)** dedicado ao estudo da natureza da energia escura. A participação brasileira é coordenada pelo ON por meio do consórcio DES-Brasil;

Entre as palestras, texto e entrevistas, o relatório da 2008 destaca a participação dos pesquisadores Marcio Maia e Luiz Nicolaci da Costa no Programa Espaço Aberto da Globo News, em 06/10/2008, sobre o Projeto Sloan Digital Sky Survey, noticiado como o mais moderno mapeamento astronômico até então.

O desenvolvimento dos trabalhos no DES e SLOAN evidenciou os desafios de transferir e processar dados e a necessidade de contar com pesquisadores dedicados às tarefas tecnológicas. Evidenciou também a característica interinstitucional do esforço.

⁷ https://www.gov.br/observatorio/pt-br/aceso-a-informacao/auditorias/relatorios-do-termo-de-compromisso-de-gestao/documentos/on_relatorio_final_2007.pdf/@download/file;
https://www.gov.br/observatorio/pt-br/aceso-a-informacao/auditorias/relatorios-de-gestao/documentos/relatorio_gestao_2008.pdf/@download/file;
https://www.gov.br/observatorio/pt-br/aceso-a-informacao/auditorias/relatorios-de-gestao/documentos/relatorio_gestao_2009.pdf/@download/file

Foi maturando assim a ideia de constituir o Laboratório Interinstitucional de e-Astronomia, assumindo a responsabilidade compartilhada entre ON, Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC)⁸ e CBPF e a marca da astronomia baseada em grandes volumes de dados. Foram muitas as reuniões e negociações para o desenho da atuação transversal, que menciona a tendência dos institutos ao insulamento, desde a direção até a organização orçamentária. Cabe, ainda, compreender a mudança de paradigma na pesquisa astronômica que os grandes levantamentos internacionais representam, e o reflexo na disputa por recursos e lugar institucional.

Ao final de 2010 foi assinado e publicado em Portaria do MCTI, o Acordo de Cooperação Técnico-Científica⁹ entre o CBPF, o LNCC, e o ON, representando as áreas da Física, Computação e Astronomia, que cria o **LIneA**. O acordo marca um êxito dos pesquisadores que conceberam e desenvolveram o projeto e das lideranças dessas instituições, que estão entre as principais em suas áreas no Brasil, frente ao desafio de articulação e produção multi-institucional, para potencializar ciência, tecnologia e inovação. O Extrato do Acordo foi publicado no Diário Oficial da União (DOU) de 8 de novembro de 2010¹⁰.

O acordo formalizou o arranjo para apoiar a participação de pesquisadores e estudantes de diferentes instituições brasileiras nos projetos e manter as atividades de um time de tecnologistas para a implantação de um centro de armazenamento e processamento de dados e o desenvolvimento de softwares.

A Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP)¹¹ passou a participar em 7 de agosto de 2012, por meio de um Aditivo ao Acordo de Cooperação. O CBPF deixou de ser signatário do acordo em 2013.

A partir Acordo de Cooperação, e seu aditivo¹², ficaram estabelecidas as seguintes responsabilidades de cada instituição conveniada, conforme tabela 1, extraída do Acordo:

8 O Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC) foi criado em 1980, e atua em pesquisa, desenvolvimento e formação em Computação Científica, em especial na construção e aplicação de modelos e métodos matemáticos e computacionais na solução de problemas científicos e tecnológicos, além de disponibilizar ambiente computacional para processamento de alto desempenho à comunidade científica

9 <https://www.linea.org.br/admin/wp-content/uploads/2024/09/AcordoLIneA-2010.pdf>

10 <https://www.linea.org.br/admin/wp-content/uploads/2024/09/Publicacao-DOU-213-Acordo-LIneA-08.11.2010.pdf>

11 A Rede Nacional de Ensino e Pesquisa foi criada em 1989, como uma plataforma de comunicação e colaboração digital para promover e implementar a inovação em aplicações de tecnologia da informação, disponibiliza internet segura e de alta capacidade, serviços personalizados e promove projetos de inovação envolvendo universidades, institutos educacionais e culturais, agências de pesquisa, hospitais de ensino, parques e polos tecnológicos

12 https://www.linea.org.br/admin/wp-content/uploads/2024/08/Aditivo_LIneA-RNP.pdf

TABELA 1: **QUADRO DE RESPONSABILIDADES DO ACORDO DE COOPERAÇÃO**

ON	LNCC	CBPF, LNCC e RNP
<ul style="list-style-type: none"> > contribuir para a terceirização do time de software; > alocar o orçamento operacional conforme proposta orçamentária aprovada; > hospedar o LIneA em seu campus, atendendo as necessidades logísticas e operacionais; > contribuir para a formação de pessoal na área de TI; > estabelecer e operar o site terciário para os experimentos do DES e SDSSIII, através do LIneA; e > ampliar o portal científico para atender às necessidades de ambos os projetos, assim como de outros projetos de interesse, através do LIneA. 	<ul style="list-style-type: none"> > colaborar na implantação física do sistema de armazenamento e de soluções para o resgate eficiente dos dados; > hospedar em suas dependências parte estável dos dados dos experimentos; e > colaborar para a criação de uma grade interligando máquinas do ON. 	<ul style="list-style-type: none"> > contribuir para a absorção e terceirização de novos membros da equipe de TI; > 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; e > 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.

Fonte: Formulação própria, Acordo de Cooperação Técnico-Científica, 2010¹³

O Relatório de Gestão do ON de 2010¹⁴ destaca a criação do **LIneA** e a participação nos programas internacionais, conforme trecho abaixo:

- Continuidade da participação no programa internacional Dark Energy Survey (DES)** dedicado ao estudo da natureza da energia escura, cuja participação brasileira é coordenada pelo ON por meio do consórcio DES-Brasil.
- Operacionalização dos Portais Científicos**, criados pelo Projeto Estruturante Astrosoft para uso das colaborações internacionais DES e SDSS-III. Em outubro de 2010, o portal DES foi avaliado de forma positiva por uma comissão independente, indicada pelo Comitê Gestor da Colaboração Internacional, e apontado como um trabalho único e uma ferramenta de interesse futuro para outras iniciativas semelhantes.

13 <https://www.linea.org.br/admin/wp-content/uploads/2024/09/AcordoLIneA-2010.pdf>

14 https://www.gov.br/observatorio/pt-br/aceso-a-informacao/auditorias/relatorios-de-gestao/documentos/relatorio_gestao_2010.pdf/@@download/file

- ✔️ Criação do Laboratório Interinstitucional de e-Astronomia (**LIneA**), através do acordo entre ON, CBPF e LNCC. Derivado do Projeto Estruturante Astrosoft, é formado por pesquisadores, tecnologistas e alunos das três unidades e de universidades associadas. Os objetivos são: 1) dar apoio logístico aos pesquisadores envolvidos em grandes projetos internacionais; 2) implantar um centro para o armazenamento, processamento e análise e distribuição de grandes volumes de dados e, 3) o desenvolvimento de software para a exploração científica e mineração destes dados. O **LIneA** disponibiliza um espelho brasileiro do Data Release 8 (DR8) e do Sloan Digital Sky Survey e outros serviços através do site <http://www.linea.org.br>

A CRIAÇÃO DO LINEA É UMA INOVAÇÃO NO AMBIENTE DE CT&I BRASILEIRO, COM ATUAÇÃO EM REDE E EM BASE MULTIDISCIPLINAR, PARTICIPAÇÃO DE TIMES MISTOS COM PROFISSIONAIS DE TI E CIENTISTAS DAS ÁREAS ESPECÍFICAS PARA DESENVOLVER SOLUÇÕES E SISTEMAS ADEQUADOS E EFICIENTES PARA ATENDER À PESQUISA COM GRANDES VOLUMES DE INFORMAÇÕES.

Em 2015 foi constituído um Grupo de Trabalho (GT-LIneA)¹⁵, com a atribuição de avaliar a atuação técnico-científica do Laboratório. O GT-LIneA foi composto pelos titulares das instituições signatárias do Acordo, respectivamente, João dos Anjos pelo ON, Augusto Gadelha pelo LNCC, Nelson Simões pela RNP, além de Bruno Castilho pelo LNA.

Foi produzido o Relatório de Avaliação do Laboratório Interinstitucional de e-Astronomia¹⁶, que considerou os resultados obtidos segundo quatro linhas de atuação, quais sejam:

Desenvolvimento Científico: o GT aponta o suporte **LIneA** aos pesquisadores que participam dos projetos internacionais, e também a outros pesquisadores que usufruem de sua infraestrutura e aos membros da comunidade em geral, com acesso aos dados públicos dos projetos. Destaca a equipe de Tecnologia da Informação –TI, assim como tecnologistas de outras instituições que colaboram e participam de projetos. Em gráficos o Relatório demonstra crescente número de publicações, citações, teses e dissertações. E realizações de webinars e outros eventos com participação internacional.

15 <https://www.linea.org.br/admin/wp-content/uploads/2024/08/Portaria-1036-de-02.12-no-DOU-231-03.12.15-1.pdf>

16 <https://www.linea.org.br/admin/wp-content/uploads/2024/09/Relatorio-de-Avaliacao-do-Linea-28-12-2016-1-1.pdf>

...“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”. pag 24

... “os produtos ou ferramentas de software 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).” pag 24

Plataforma Computacional: Reconhecida a importância da constituição da Plataforma Computacional específica para e-Astronomia, baseado em infraestrutura física de TIC; transporte, armazenamento e processamento de dados científicos; e disponibilização de uma plataforma básica de software. O relatório aponta que o **LIneA** foi capaz de constituir uma grande capacidade instalada de equipamentos de computação e armazenamento, abrigada inicialmente no ON e, logo, no LNCC, Petrópolis (RJ). A construção da infraestrutura física do centro de dados foi incremental ao longo dos anos, em função da imprevisibilidade dos recursos de investimento.

Serviços de Desenvolvimento e Apoio: o GT considerou 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):

“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.” pag 27

Governança e Gestão: segundo o GT, 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. O relatório aponta que a associação de instituições na governança do **LIneA** gerou excelentes resultados, mas cabe avançar em mecanismo claro para a negociação e tomada de decisão, os papéis e responsabilidades dos órgãos de governança, entre outros.

O relatório reconhece que o **LIneA** foi mantido com recursos escassos, advindos das unidades de pesquisa signatárias e majoritariamente com recursos de editais e descentralizações e

recomenda uma correção desta situação para garantir a operação contínua do laboratório. Aponta a necessidade de solucionar a longo prazo a contratação de recursos humanos para permitir um quadro de funcionários multidisciplinar e agilidade para o suprimento de infraestrutura, necessários à operação do laboratório multiusuário.

“A análise dos resultados apresentados pelo **LIneA** 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.” pag 32

O relatório ressalta os recursos garantidos pelo programa INCT, para o qual o **LIneA** havia se qualificado; além do apoio FINEP, principalmente para aquisição de equipamentos.

O GT-LINEA RECONHECE QUE ESTE MODELO FINANCEIRO É INSTÁVEL E INEFICIENTE, NÃO É ESCALÁVEL E NÃO PROMOVE SUCESSÃO PLANEJADA DE RECURSOS E PESSOAS.

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. Propõe que seja garantida a sustentação institucional como laboratório multiinstitucional.

O MCTIC aprovou o relatório e contratualizou com a RNP a sustentação institucional do **LIneA** em 2018 e 2019.

O GT volta a se reunir em 30/08/2019 e examina os passos dados a partir do relatório e a proposta da coordenação do **LIneA** para avançar na institucionalidade. Tendo em vista o marco legal da CT&I vigente a partir de 2016 e a capacidade e resultados do **LIneA**, o modelo de Instituto de Ciência e Tecnologia privado (ICT) proposto recebe o apoio.

As conclusões foram encaminhadas, em ofício, ao Secretário Executivo do MCTI¹⁷, contribuindo para um novo capítulo institucional, conforme trecho das considerações finais.

17 <https://www.linea.org.br/admin/wp-content/uploads/2024/08/GT-report.pdf>

Considerando:

-  a relevância científica dos projetos de e-Astronomia em desenvolvimento (ex.: a participação no levantamento astronômico LSST, um dos mais importantes da próxima década);
-  o alto impacto científico dos resultados das pesquisas realizadas em temas de vanguarda na área da Astronomia;
-  o valor e a competência disponível da equipe;
-  a dificuldade de abrigar tal laboratório na estrutura atual dos nossos institutos devido às necessidades especiais de contratação de mão de obra altamente especializada na área de TI; - o excelente trabalho realizado pelo grupo no desenvolvimento de soluções para tratamento de grandes quantidades de dados (big data);
-  a abrangência do grupo a nível nacional, incorporando grande número de pesquisadores de outras instituições;
-  a viabilidade de institucionalização como ICT e a pactuação de nova governança e planejamento estratégico, a partir desta iniciativa; e
-  a finalização da importância missão atribuída ao GT-LIneA,

Os signatários manifestam o seu apoio à proposta de criação do ICT-LIneA e, solicitam ao MCTIC a oportunidade de apresentação desse resultado, submetendo-o à consideração do Ministério para encaminhamento.

A ASSOCIAÇÃO LINEA

A Associação Laboratório Interinstitucional de e-Astronomia foi fundada em 2020, avançando no estabelecimento de um novo modelo institucional flexível e adaptado ao trabalho colaborativo, necessário para o paradigma de pesquisa na era da enormidade de dados (big data) e da ciência produzida a partir dessas bases (Big Science).

É uma associação civil, sem fins lucrativos, credenciada como instituição de ciência, tecnologia e inovação (ICT) privada, para os efeitos do Marco Legal da Ciência e Tecnologia. Tem seu Estatuto aprovado, nos termos da lei 13.243, de 11 de janeiro de 2016¹⁸, que dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação.

A lei define no seu artigo 4º, como Instituição Científica, Tecnológica e de Inovação (ICT), órgão ou entidade da administração pública direta ou indireta ou pessoa jurídica de direito privado sem fins lucrativos legalmente constituída sob as leis brasileiras, com sede e foro no País, que inclua em sua missão institucional ou em seu objetivo social ou estatutário a pesquisa básica ou aplicada de caráter científico ou tecnológico ou o desenvolvimento de novos produtos, serviços ou processos.

Cabe destacar os seguintes artigos, reafirmando o papel do ICT na arquitetura da CT&I brasileira e relação estratégica que se espera com os órgãos de estado:

“Art 4º – A ICT pública pode, mediante contrapartida financeira ou não financeira e por prazo determinado, nos termos de contrato ou convênio:

I – compartilhar seus laboratórios, equipamentos, instrumentos, materiais e demais instalações com ICT ou empresas em ações voltadas à inovação tecnológica para consecução das atividades de incubação, sem prejuízo de sua atividade finalística;

II – permitir a utilização de seus laboratórios, equipamentos, instrumentos, materiais e demais instalações existentes em suas próprias dependências por ICT, empresas ou pessoas físicas voltadas a atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação, desde que tal permissão não interfira diretamente em sua atividade-fim nem com ela conflite;

III – permitir o uso de seu capital intelectual em projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação.

“ Art. 8º – É facultado à ICT prestar a instituições públicas ou privadas serviços técnicos especializados compatíveis com os objetivos desta Lei, nas atividades voltadas à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, visando, entre outros objetivos, à maior competitividade das empresas.

“ Art. 9º – É facultado à ICT celebrar acordos de parceria com instituições públicas e privadas para realização de atividades conjuntas de pesquisa científica e tecnológica e de desenvolvimento de tecnologia, produto, serviço ou processo.

“ Art. 9º – A. Os órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal

18 https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm

e dos Municípios são autorizados a conceder recursos para a execução de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação às ICTs ou diretamente aos pesquisadores a elas vinculados, por termo de outorga, convênio, contrato ou instrumento jurídico assemelhado.

§ 1º A concessão de apoio financeiro depende de aprovação de plano de trabalho.

§ 2º A celebração e a prestação de contas dos instrumentos aos quais se refere o caput serão feitas de forma simplificada e compatível com as características das atividades de ciência, tecnologia e inovação, nos termos de regulamento.

§ 3º A vigência dos instrumentos jurídicos aos quais se refere o caput deverá ser suficiente à plena realização do objeto, admitida a prorrogação, desde que justificada tecnicamente e refletida em ajuste do plano de trabalho.

“ Art. 20. – Os órgãos e entidades da administração pública, em matéria de interesse público, poderão contratar diretamente ICT, entidades de direito privado sem fins lucrativos ou empresas, isoladamente ou em consórcios, voltadas para atividades de pesquisa e de reconhecida capacitação tecnológica no setor, visando à realização de atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação que envolvam risco tecnológico, para solução de problema técnico específico ou obtenção de produto, serviço ou processo inovador.”

O **LIneA** é parte da infraestrutura da ciência brasileira, mapeada na Plataforma Nacional de Infraestrutura de Pesquisa¹⁹, estratégico, portanto, para a comunidade científica, para pesquisa e desenvolvimento experimental, produção de conhecimento e inovação em sua área de atuação.

Os fundadores da Associação **LIneA**²⁰ estão listados abaixo, em reconhecimento da relevância de cada um na trajetória dessa instituição.

Adriano Pieres

Carlos Adean

Carolina Howard Felicíssimo

Cristiano Pires Singulani

Jeferson Souza

Julia de Figueiredo Gschwend

Julio Ignacio Bueno de Camargo

Luiz Alberto Nicolaci da Costa

Marcio Antonio Geimba Maia

Michel Aguenta da Silva

Roberto Vieira Martins

Rodrigo Carlos Bouffleur

Rogério Rosenfeld

Rosane Florentina de Melo

19 A Plataforma Nacional de Infraestrutura de Pesquisa – MCTI (PNIPE) é um instrumento que tem por objetivo mapear e reunir, de maneira sistemática, informações sobre a infraestrutura de pesquisa nas Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICTs) no País, possibilitando o acesso da comunidade científica/tecnológica e de empresas às instalações laboratoriais e aos equipamentos de pesquisa existentes e promovendo seu uso compartilhado. <https://pnipe.mcti.gov.br/>

20 <https://www.linea.org.br/pessoal>

DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL

A REFLEXÃO ESTRATÉGICA E O PLANEJAMENTO ESTÃO PRESENTES DESDE OS MOMENTOS INICIAIS DO LINEA, ENVOLVENDO ANÁLISE, AUSCULTA E DIÁLOGO JUNTO A LIDERANÇAS, INSTITUIÇÕES, PESQUISADORES, TÉCNICOS, EDUCADORES E ESTUDANTES.

Dois marcos desse processo de desenvolvimento institucional foram realizados ao longo de 2020 e 2021, com mobilização de apoio externo de empresas especializadas.

O primeiro esforço buscou mapear a visão e entendimento sobre o propósito do **LineA** e construir posicionamento para o futuro. O segundo aprofundou o planejamento estratégico, consolidando identidade institucional, propondo objetivos e analisando desafios.

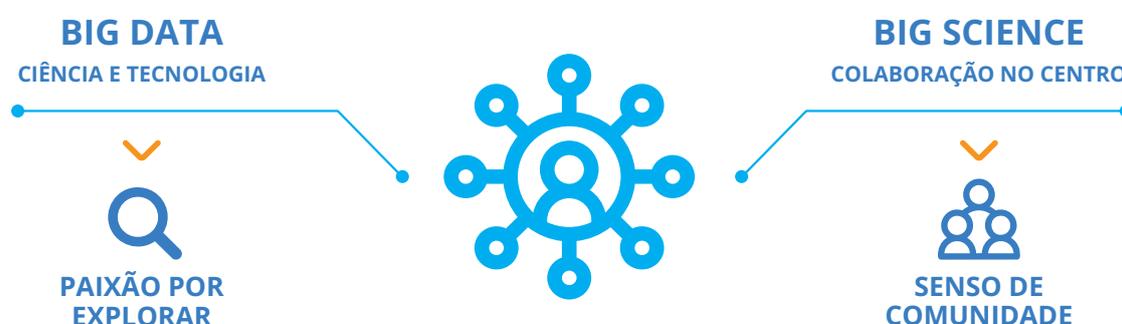
Para entendimento do propósito e construção de futuro foi realizada pesquisa junto ao público interno, instâncias de direção e público, além de atividades coletivas de elaboração, apresentação e debate dos produtos.

A pesquisa, chamada “Brasil na era do LSST²¹”, contou com 146 respondentes, dentro do universo de interesse do projeto, entre alunos, professores e pesquisadores. Entre os achados da pesquisa foi possível detectar:

- > Conceito consolidado sobre a capacidade do **LineA** em atender demanda da pesquisa com grandes volumes de informação (big data).
- > Apreciação da atuação do **LineA** como equilíbrio perfeito entre Ciência & Tecnologia.
- > Reconhecimento da colaboração como forma de fazer ciência (big science).
- > Reconhecimento da importância do **LineA** para o futuro da astronomia brasileira.

A figura 1 abaixo, fruto da sistematização da pesquisa, apresenta a visão predominante sobre o **LineA** em seu objetivo e processo de atuação.

FIGURA 1: CONCEITO SOBRE O LINEA - PÚBLICO INTERNO E EXTERNO



Fonte: Pesquisa “Brasil na era do LSST”, site LineA, 2024²²

21 Legacy Survey of Space and Time (LSST), levantamento de impacto decisivo na astronomia moderna

22 <https://www.linea.org.br/admin/wp-content/uploads/2024/08/LineA-Brasil-na-era-do-LSST.pdf>

Nas atividades coletivas foram levantadas as visões do time **LIneA**, em suas diferentes gerações (menos e mais de 40 anos) sobre as tendências negativas e positivas, que dificultam ou motivam o futuro institucional. Foram acordados os fatores críticos para superar entraves e potencializar oportunidades, entre eles:

- > Consolidar a cultura do acesso às informações e colaboração, que incidem sobre a motivação, senso de pertencimento e construção de conhecimentos.
- > Investir em cultura organizacional contemporânea, com utilização de métodos para apoiar produtividade e manutenção do trabalho científico.
- > Fortalecer a divulgação ampla do trabalho científico como ferramenta para aumentar o engajamento da comunidade e opinião pública com o que é desenvolvido no **LIneA**.
- > Contribuir para ampliar o entendimento da relevância da Ciência & Tecnologia e a necessidade investimentos adequados e apoio à formação de talentos.
- > Construir a estabilidade e continuidade institucional, entendendo o papel do **LIneA** no futuro da astronomia brasileira.

O processo organizou o propósito do **LIneA** em uma frase, apresentada na figura 2 abaixo, aprofundando o significado de cada termo:

FIGURA 2: **PROPÓSITO LINEA**

- | | | |
|--|-----------------------------------|----------------------|
| ● Instrumentalizar | | |
| ● Diminuir a distância | | |
| ● Dar acesso às cooperações internacionais | ● Todos pela ciência | |
| ● Tornar acessível o conhecimento | ● Amplitude de alcance a mensagem | |
| | ● Senso de comunidade | ● Apelo nacional |
| | ● Atitude colaborativa | ● Clareza do público |

APROXIMAR A COMUNIDADE CIENTÍFICA BRASILEIRA DAS GRANDES DESCOBERTAS

- Big Discoveries, Big Science, Big Data
- Ambição grandiosa
- Espírito explorador
- Objetivo inspirador

Fonte: Pesquisa “Brasil na era do LSST”, site LIneA, 2024²³

A reflexão sobre propósito e futuro preparou o processo de elaboração do Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) do **LIneA**. Foi realizado um conjunto de análises, pesquisas em documentos prévios, duas oficinas de construção coletiva, além de consultas com ampla participação dos membros e parceiros da Associação; apreciação e aprovação do documento final pelo Conselho de Administração.

²³ <https://www.linea.org.br/admin/wp-content/uploads/2024/08/LIneA-Brasil-na-era-do-LSST.pdf>

O PDI consolidou a identidade institucional do **LIneA**, a sua razão de ser, o papel que ocupa junto à comunidade científica e à sociedade, o que quer avançar e construir, e os valores que pautam suas ações, relações internas e externas. A figura 3 organiza esses elementos no Mapa Estratégico.

FIGURA 3: MAPA ESTRATÉGICO LINEA



IDENTIDADE INSTITUCIONAL

O **LIneA** é um laboratório de curadoria e tratamento de dados em grandes volumes (big data), organizado em rede de colaboração multiusuário e multidisciplinar, que provê suporte em infraestrutura, serviços e apoio ao desenvolvimento de pesquisadores, articulando o Brasil à rede internacional de pesquisa em astronomia moderna e à revolução em curso da e-Ciência.

MISSÃO

Aproximar a comunidade científica brasileira das grandes descobertas de pesquisa em astronomia moderna e da revolução em curso da e-Ciência e disseminar esse conhecimento para a sociedade.

VISÃO DE FUTURO

Ser referência internacional reconhecida em suporte para e-ciência, oferecendo solução sistêmica, sustentável e integrada, para uma comunidade crescente e ativa de pesquisa de Big Science brasileira

VALORES

O LIneA tem como valores fundamentais, que pautam suas relações internas e conjunto de posturas e decisões, e o entendimento do papel que ocupa junto à comunidade científica e à sociedade:



Colaboração como forma de fazer ciência, de relacionamento com parceiros e como concepção e gestão institucional



Inovação incentivo e abertura para o novo, a criatividade, o experimento



Compromisso com a ética e dedicação nas atividades profissionais, valorização e apoio aos profissionais



Equidade respeito e valorização da diversidade etária, racial e de gênero, com oportunidades e incentivos para buscar equilíbrio



Responsabilidade junto aos associados, parceiros, usuários, comunidade científica, sociedade

Fonte: PDI LIneA, site LIneA, 2024²⁴

24 <https://www.linea.org.br/admin/wp-content/uploads/2024/08/08-LIneA-Planejamento-Estrategioc-1.pdf>

O PDI sistematizou os seguintes objetivos estratégicos de longo alcance do **LIneA**, relacionados aos resultados que entrega à sociedade:

- > **Apoiar e colaborar** com o desenvolvimento da ciência e tecnologia no processamento e análise de grandes volumes de dados científicos promovendo a pesquisa baseada em dados arquivados.
- > **Fornecer** apoio especializado em big data a uma crescente rede de parceiros, aportando infraestrutura e serviços (hardware e software) para armazenamento de grandes volumes de dados brutos e estruturados.
- > **Promover** e apoiar a participação de pesquisadores brasileiros de diferentes instituições e grupos, consolidados e emergentes, em grandes levantamentos astronômicos e outros projetos de Big Science.

Propôs os seguintes objetivos voltados ao desenvolvimento de estruturas e processos, fundamentais para que os resultados finais sejam alcançados:

- > **Manter** o repositório dos dados acumulados ao longo de duas décadas dos diversos levantamentos executados e ampliar para os novos projetos, em particular o Legacy Survey of Space and Time (LSST), com impacto decisivo na astronomia moderna.
- > **Instituir e gerir** mecanismos para formação de novos pesquisadores, cientistas de dados, tecnólogos, professores, estudantes de graduação e de pós-graduação para atuar em colaborações internacionais com grandes volumes de dados (big data).
- > **Promover** a educação, divulgação científica e comunicação institucional, de forma a ampliar a comunidade envolvida e o entendimento público sobre o **LIneA**, a astronomia, a ciência de dados e a Big Science.

E organizou os objetivos de desenvolvimento e sustentabilidade institucionais, nos aspectos de recursos, pessoas e gestão:

- > **Construir** a sustentabilidade financeira orçamentária, fundamentais para colaboração como forma de fazer ciência e a necessária perspectiva de longo prazo da pesquisa e formação.
- > **Dotar** o **LIneA** de quadro de pessoal suficiente, qualificado, comprometido e estimulado.
- > **Fortalecer** e aperfeiçoar os mecanismos de governança colaborativa e estruturar processos internos com foco nos resultados.

O PDI DO LINEA FORTALECEU SEU COMPROMISSO COM O FUTURO DA CIÊNCIA BRASILEIRA E SUA VOCAÇÃO PARA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS PARA MÚLTIPLOS USUÁRIOS, EM ATUAÇÃO TRANSVERSAL DE SUPORTE E COLABORAÇÃO, ALÉM DO FORTE CARÁTER DE INOVAÇÃO E FORMAÇÃO.

E ampliou a compreensão sobre a necessidade de superar a instabilidade orçamentária que ameaça a capacidade construída, a competitividade dos pesquisadores brasileiros nos projetos internacionais e compromete o futuro.

Várias iniciativas foram realizadas nesse sentido, entre reuniões, diálogo com gestores de instituições chave da CT&I, propostas. Entretanto a fragilidade para a sustentação desse esforço complexo, continuado e exitoso nos seus propósitos não foi superada até o momento, colocando em risco toda a trajetória, resultados e legados construídos.

A relevância do trabalho realizado pelo **LineA** tem sido reconhecida em diferentes fóruns e instituições nacionais e internacionais. Seu histórico de eficiência nos serviços prestados vem sendo testemunhado pelos usuários e rede de parceiros. O reconhecimento dos grandes projetos internacionais vem sendo expresso, entre outros, por meio de cartas de apreço e avaliação positiva sobre as contribuições tecnológicas (*in-kind*) realizadas pelo **LineA**.

Em 2019, em um dos momentos de maior impasse sobre a continuidade dos trabalhos, um conjunto de instituições nacionais diretamente beneficiadas registraram em carta os resultados colhidos a partir do **LineA** e a importância de manter a instituição, a experiência e capacidade acumuladas, as pesquisas em curso e as oportunidades futuras.

As instituições, de grande relevância na educação superior e pesquisa no Brasil, que manifestaram este apoio ao **LineA** em 2019²⁵ estão listadas abaixo:

- > Instituto de Física "Gleb Wataghin" da Universidade Estadual de Campinas
- > Instituto de Física Teórica da Universidade Estadual de São Paulo
- > Observatório do Valongo da Universidade Federal do Rio de Janeiro
- > Observatório Astronômico da Universidade Estadual de Ponta Grossa
- > Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo
- > Instituto de Física da Universidade de São Paulo
- > Centro de Ciências Exatas da Universidade Federal do Espírito Santo
- > Centro de Ciências Naturais e Exatas da Universidade Federal de Santa Maria
- > Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul
- > Programa de Pós-Graduação em Física e Astronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná
- > Departamento de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná
- > Instituto de Física da Universidade de Brasília

25 https://www.linea.org.br/admin/wp-content/uploads/2024/08/unicamp_merged.pdf

Em 2023, a partir da consolidação do arranjo institucional da Associação **LIneA**, como um ICT, das amplas possibilidades abertas pela participação no LSST, incluindo o IDAC, outro conjunto de cartas de apoio foram registradas, envolvendo a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, a Universidade de Brasília, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, o Centro Nacional de Biologia Estrutural e Bioimagem da UFRJ, o Instituto de Física Teórica da Universidade Estadual de São Paulo, a Universidade Federal de Santa Maria, a Universidade Federal do Espírito Santo e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul²⁶.

A ênfase foi colocada na necessidade de avançar no desenvolvimento do Centro de Suporte à e-Ciência (CSC) fundamental para universidades brasileiras e grupos de pesquisa, para além da astronomia, se envolverem em projetos de big data, tendo o suporte e experiência do **LIneA**. A proposta foi de qualificação do CSC como Organização Social, tendo como órgão supervisor o MCTI, conforme ilustrado por trechos de algumas das cartas.



INPE

A iniciativa do **LIneA** precisa ser reconhecida, não apenas pela sua conquista e pela área de atuação que possui múltiplas aplicações em várias outras áreas da ciência, mas também pelo modelo de organização social, que pode ser de grande interesse ao INPE.

Nesse sentido o INPE por meio desta carta apoia a iniciativa do **LIneA** de submeter uma carta convite ao FNDCT solicitando recursos que garantam a implantação do centro de dados do LSST conforme acordado com o Rubin Observatory e assim estar preparado para o início de operação em 2026, quando serão disponibilizados os primeiros dados deste projeto que está na fronteira do conhecimento.



UFRJ

Acreditamos ainda que a criação de um centro de e-ciências baseado no modelo de governança do **LIneA** pode ser de grande utilidade para o sistema C&T brasileiro fazendo uma importante ponte entre várias áreas de informática e da pesquisa científica, que ao nosso ver deve ser incentivado fortemente pelo Governo Federal.

26 <https://www.linea.org.br/admin/wp-content/uploads/2024/08/Cartas-de-apoio-LIneA.pdf>

A CONSTRUÇÃO DE SUSTENTABILIDADE PARA ESSA TRAJETÓRIA DE QUASE DUAS DÉCADAS, MARCADA POR RESULTADOS E PORTADORA DE FUTURO, É RESPONSABILIDADE DOS MEMBROS E USUÁRIOS DO LINEA, DAS INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS, DOS GESTORES E DECISORES DA POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO DO PAÍS.



UNESP

Apoiamos, portanto, a continuidade das atividades do **LIneA**, incluindo o estabelecimento de um Centro de Suporte à e-Ciência (CSC), como possível Organização Social de abrangência nacional que deve fortalecer a participação de grupos brasileiros em grandes projetos envolvendo enorme volume de dados. Certamente alunos, pós-doutores e pesquisadores do IFT-UNESP irão usufruir destas atividades.



UFSM

Por outro lado, a qualificação do **LIneA** como organização social, tendo o MCTI como órgão supervisor, proporcionará uma nova governança para o atendimento às demandas de infraestrutura do sistema, pois passará a ser obrigação do CSC o compartilhamento, seguro e segregado, de uso das facilidades disponibilizadas para, por exemplo, o armazenamento, os modelos de tratamento e a computação em alto desempenho. É importante citar que hoje o **LIneA** está organizando juridicamente para caminhar para essa qualificação, pois a Associação **LIneA** está sob à égide da Lei 9637 e, a exemplo de outras organizações sociais, como o CNPEM e a RNP, infra estruturas que atendem de forma compartilhada a todos, o CSC virá adicionar valor ao País. Além disso, a qualificação pelo MCTI dará, para o segmento da astronomia, a condição de responder de forma adequada aos acordos firmados com as múltiplas instituições e grupos de pesquisa no exterior, em especial com o LSST.

CAPÍTULO 04

O INCT DO e-UNIVERSO HOJE

O **INCT do e-Universo** viabiliza a participação brasileira nas grandes colaborações internacionais, envolvendo múltiplas instituições, apoiando a pesquisa e formação de pesquisadores, professores e alunos, em diferentes níveis. Essas colaborações e instituições envolvidas estão descritas a seguir.

Estão descritos também a seguir os recursos aportados ao INCT, sua composição e aplicação nos eixos de atuação do Instituto, quais sejam produção científica e tecnológica, cooperação internacional e integração nacional, educação e divulgação científica.

AS COLABORAÇÕES CIENTÍFICAS APOIADAS PELO INCT DO e-UNIVERSO

O Brasil participa, com apoio do **INCT do e-Universo**, de seis grandes projetos de pesquisa, de âmbito internacional, em astronomia e astrofísica. Os principais objetivos, infraestrutura utilizada e a inserção brasileira em cada projeto são destacados a seguir.



DARK ENERGY
SURVEY
DES

A *Dark Energy Survey* (DES)¹ é um esforço internacional e colaborativo projetado para investigar a origem da aceleração da expansão do universo e ajudar a descobrir a natureza da energia escura, medindo com alta precisão a história de 14 bilhões de anos de expansão cósmica. Mais de 400 cientistas de mais de 25 instituições dos Estados Unidos, Espanha, Reino Unido, Brasil, Alemanha, Suíça e Austrália estão trabalhando no projeto.

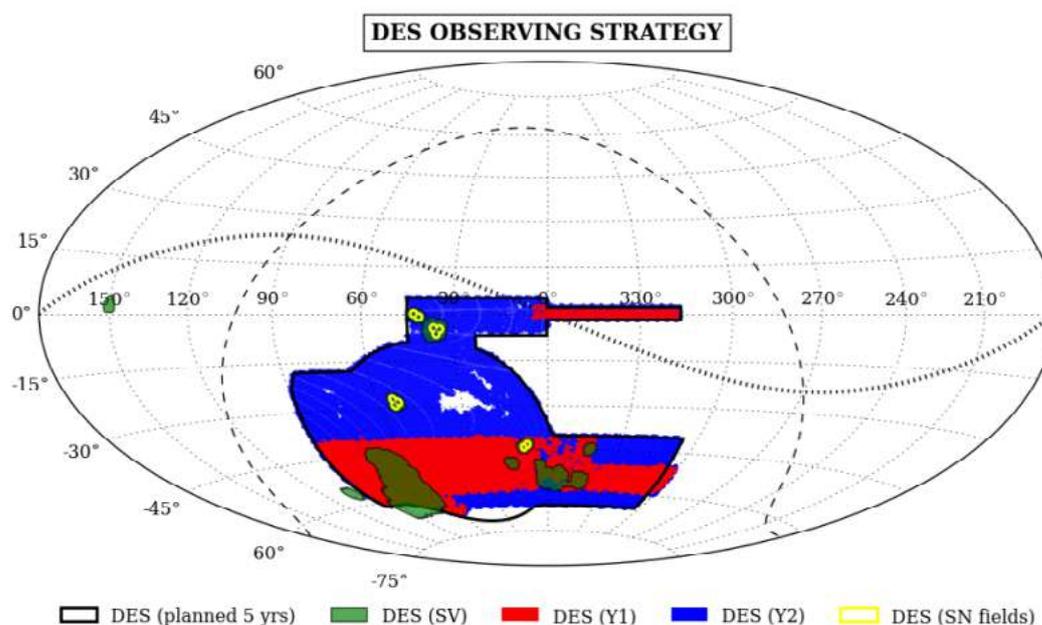
A colaboração construiu e usou uma câmera digital extremamente sensível de 570 megapixels, DECam, montada no telescópio Blanco de 4 metros no Observatório Interamericano Cerro Tololo, no alto dos Andes chilenos.

Ao longo de seis anos (2013-2019), a colaboração DES utilizou 758 noites de observação para realizar um levantamento profundo e abrangente para registrar informações de 300 milhões de galáxias que estão a milhares de milhões de anos-luz da Terra. A pesquisa fotografou 5.000 graus quadrados do céu do hemisfério sul, em cinco filtros ópticos para obter informações detalhadas sobre cada galáxia.

A figura 4 ilustra a área do céu do hemisfério sul coberta pelo levantamento DES, mostrando o progresso do levantamento nos primeiros anos.

¹ <https://www.darkenergysurvey.org/>

FIGURA 4: ÁREA DO CÉU DO HEMISFÉRIO SUL COBERTA PELO LEVANTAMENTO DES



Fonte: The DES Book²

O DES está gerando resultados científicos em uma vasta gama de temas, cobrindo desde o Sistema Solar, sistemas estelares, estruturas da nossa galáxia, estruturas em grande escala até a natureza da matéria e da energia escura.

A participação brasileira foi possível, conforme apontado anteriormente, graças às contribuições feitas ao projeto na forma de plataformas científicas, entre elas:

- > Quick Reduce disponibilizado no CTIO para avaliação em tempo real dos dados observados.
- > **LineA** Data Server, disponibilizado no Fermilab para validar os resultados da redução de imagens.
- > **LineA** Science Server, um sistema para avaliação das imagens reduzidas, visualização de imagens e catálogos, e buscas. uma nova implementação disponibilizada no NCSA com mais de 600 usuários desde 2018.
- > DES Science Portal (Fausti et al 2018)³ um sistema integrado para a produção de catálogos prontos para diferentes análises e a criação de produtos científicos avançados como tabelas de redshift fotométrico (Gschwend et al 2018)⁴ e catálogos de aglomerados de galáxias (Aguena et al 2021)⁵.

² Lahav, Ofer - The Dark Energy Survey, London, 2020

³ <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213133717300975>

⁴ <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213133718300891?via%3Dihub>

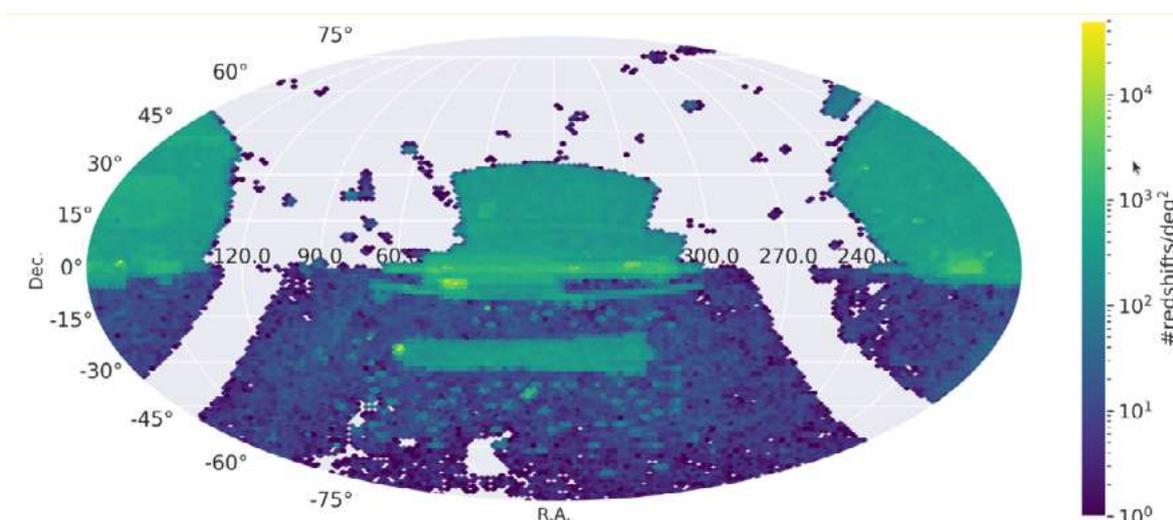
⁵ <https://academic.oup.com/mnras/article/502/3/4435/6137813?login=false>

Além dessas plataformas é mantido no **LineA** o repositório montado para formar a base de dados legado do projeto DES em conjunto com os dados do Sloan Digital Sky Survey.

PARA ALÉM DAS CONTRIBUIÇÕES INSTITUCIONAIS FEITAS PELO LINEA CABE MENCIONAR IMPORTANTES CONTRIBUIÇÕES INDIVIDUAIS NO CONTEXTO DOS DIFERENTES GRUPOS DE TRABALHO.

Em particular, a geração de produtos científicos avançados como catálogo de aglomerados de galáxias, tabelas de redshifts fotométricos e espectroscópicos. Este último exigiu um trabalho de curadoria de dados públicos e privados de dezenas de levantamentos anteriores, a preparação de tabelas combinadas com transformações para que dados de diferentes origens fossem compatíveis e disponibilização para a colaboração no banco de dados central hospedado no NCSA com atualizações semestrais e relatórios detalhados de caracterização dos dados. O acervo de aproximadamente 2,5 milhões de redshifts foi empregado no treinamento dos algoritmos de aprendizado de máquina utilizados para estimativa de redshifts fotométricos em 25 trabalhos⁶ de astrofísica e cosmologia publicados pela colaboração. A figura 5 mostra a distribuição espacial de medidas de redshift espectroscópico coletadas da literatura e combinadas em uma amostra para uso da colaboração DES. A escala de cor indica o número de medidas disponíveis por grau quadrado no céu. As faixas com ausência de medidas correspondem às áreas bloqueadas pelo disco da Via Láctea.

FIGURA 5: DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE MEDIDAS DE REDSHIFT ESPECTROSCÓPICO COLETADAS DA LITERATURA E COMBINADAS EM UMA AMOSTRA PARA USO DA COLABORAÇÃO DES



Fonte: Documentação curadoria de dados LineA

6 [https://ui.adsabs.harvard.edu/search/q=citations\(bibcode%3A2018A%26C....25...58G\)&sort=date%20desc%2C%20bibcode%20desc&p_0](https://ui.adsabs.harvard.edu/search/q=citations(bibcode%3A2018A%26C....25...58G)&sort=date%20desc%2C%20bibcode%20desc&p_0)

Estes aportes entregues por vários pesquisadores brasileiros ao longo do projeto foram reconhecidos por uma comissão (Builders Committee) organizada pela colaboração para avaliar contribuições para a infraestrutura do projeto. A comissão atribui o status de “builder” para aqueles que contribuíram com no mínimo 24 meses (2 FTEs) para a infraestrutura do projeto. Esta categorização dá o direito ao pesquisador de participar dos artigos científicos produzidos pela colaboração, valorizando desta forma o trabalho de instrumentação, desenvolvimento de software e gestão envolvidos em projetos desta envergadura.

Entre 2007 e 2023, foi concedido a quinze pesquisadores brasileiros participantes no DES graças ao apoio do **LineA** o status de builder⁷.

A contribuição brasileira (in-kind) foi feita em troca de 10 posições de investigadores principais (PI) e um número ilimitado de pesquisadores jovens. Participaram da seleção para as vagas pós-doutorandos e estudantes oriundos do ON, CBPF, UNESP, USP, UFRGS e colaboradores internacionais localizados na Itália e França.

Mais de meia centena de pesquisadores participaram do projeto ao longo dos últimos 18 anos, Vários dos jovens pesquisadores seguiram suas carreiras a partir de oportunidades internacionais derivadas da participação.

O Brasil está citado entre os financiadores e as instituições colaboradoras do DES, conforme referenciado no seu portal⁸.

Financiadores DES

- > U.S. Department of Energy
- > U.S. National Science Foundation
- > Ministry of Science and Education of Spain
- > Science and Technology Facilities Council of the United Kingdom
- > Higher Education Funding Council for England
- > National Center for Supercomputing Applications at the University of Illinois at Urbana-Champaign
- > Kavli Institute of Cosmological Physics at the University of Chicago
- > Financiadora de Estudos e Projetos do Brasil
- > Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
- > Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Brasil

⁷ <https://www.linea.org.br/colaboracao/dark-energy-survey>

⁸ <https://www.darkenergysurvey.org/collaboration-and-sponsors/>

Quadro de Instituições Colaboradoras no DES

Fermilab – The Fermi National Accelerator Laboratory

Chicago – The University of Chicago

NSF's NOIRLab – National Science Foundation's National Optical-Infrared Astronomy Research Laboratory

United Kingdom DES Collaboration

UCL – University College London

Cambridge – University of Cambridge

Edinburgh – University of Edinburgh

Portsmouth – University of Portsmouth

Sussex – University of Sussex

Nottingham – University of Nottingham

DES-Brazil Consortium

OSU – The Ohio State University

TAMU – Texas A&M University

Munich – Universitäts-Sternwarte München

Ludwig-Maximilians Universität

Excellence Cluster Universe

OzDES – Australian Collaborating Institutions

UIUC / NCSA – The University of Illinois at Urbana-Champaign and the National Center for Supercomputing Applications

LBNL – The Lawrence Berkeley National Laboratory

Michigan – The University of Michigan

Spain DES Collaboration

IEEC/CSIC – Instituto de Ciencias del Espacio,

IFAE — Institut de Física d'Altes Energies

CIEMAT – Centro de Investigaciones Energeticas, Medioambientales y Tecnológicas

Pennsylvania – The University of Pennsylvania

ANL – Argonne National Laboratory

Santa Cruz-SLAC-Stanford DES Consortium

Santa Cruz – University of California Santa Cruz

SLAC – SLAC National Accelerator Laboratory

Stanford – Stanford University

ETH-Zuerich – ETH Zurich – The Swiss Federal Institute of Technology in Zurich

A participação no projeto DES trouxe importantes impactos para a comunidade brasileira, entre eles:

- > Experiência no planejamento e gestão de projetos de colaborações internacionais de grande envergadura com a participação em diversas comissões (*Gestão, Builder, Membership, Data Release* etc.) e coordenação de grupos de trabalho científicos cobrindo diferentes aspectos do projeto.
- > Formação de jovens pesquisadores e tecnologistas por meio do intercâmbio científico e tecnológico promovido pelos diversos grupos de trabalho.
- > Internacionalização da pesquisa brasileira atuando em projetos de fronteira com colaboradores de todo o mundo e com acesso a dados de outros grandes experimentos através de parcerias estabelecidas pela colaboração.
- > Experiência e preparação da comunidade para envolvimento em outros grandes projetos, como o Legacy Survey of Space and Time (LSST).
- > Participação de pesquisadores brasileiros em centenas de artigos na fronteira do conhecimento.
- > Participação no livro "The Dark Energy Survey: The story of a cosmological experiment"⁹.

O DES usa os dados fotométricos para produzir uma série de sondas de alta precisão como: detecção e medição de supernovas Tipo Ia; abundância de aglomerados como uma função de riqueza e desvio para o vermelho; aglomeração galáxia-galáxia; medição do campo de cisalhamento de lente fraca; e a correlação entre galáxias em primeiro plano e cisalhamento tangencial de fundo. Essas mesmas sondas serão usadas em uma escala muito maior no LSST, que será descrito a seguir, e a experiência no DES qualifica o time brasileiro para o novo projeto.

Como os sinais são fracos, as medições precisam ser feitas com extrema precisão para que a sistemática não domine a precisão estatística. Uma grande parte do esforço do DES tem sido desenvolver métodos para identificar e mitigar vieses sistemáticos nas medições e análises. O DES foi pioneiro em uma série de métodos que devem ser aplicados a outras pesquisas fotométricas de campo amplo. Como exemplos medidas de formas de imagem que respondem por uma gama completa de variações no "seeing"; métodos avançados de separação estrela-galáxia; novos métodos para estimar redshifts de galáxias a partir de fluxos de banda larga; classificação fotométrica de tipos de supernovas; e métodos para extrair o fluxo de uma supernova precisamente de sua galáxia hospedeira.

⁹ https://www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/q0247?srsId=AfmBOoogmKuH2wrVANtQtyl25CnryTogE-T9y9voU7Vc_-2mhw5SZTi8w#t=aboutBook



O *Sloan Digital Sky Survey* (SDSS)¹⁰ é um extenso levantamento astronômico, iniciado em 2000 e atualmente em sua quinta versão, de imagens ópticas que permitem construir mapa tridimensional de milhões de galáxias e quasares.

O SDSS é operado por uma colaboração internacional de centenas de cientistas de mais de setenta instituições ao redor do mundo. As conquistas científicas do projeto são fruto da colaboração, por meio de contribuições financeiras, aporte de capacidades técnicas e experiência científica coletiva.

Um programa servidor chamado “SkyServer” oferece uma variedade de interfaces a um servidor Microsoft SQL. Tanto as imagens quanto os espectros estão disponíveis desta forma e as interfaces facilitam muito o acesso e uso. Por exemplo, para se obter uma imagem com todas as cores de qualquer região do céu já digitalizada pelo SDSS, basta fornecer as coordenadas. Os dados estão disponíveis apenas para uso não-comercial, sem permissão escrita. O SkyServer também fornece uma série de tutoriais direcionados para todo o tipo de público, desde estudantes de escola primária até astrônomos profissionais. Existe também a possibilidade de baixar gratuitamente no site do Planetário Hayden um visualizador 3D para os dados gerados, que podem ser navegados localmente.

O Brasil participou do SDSS-III e do SDSS-IV, por meio de um grupo de pesquisadores de diferentes instituições, que formam o Brazilian Participation Group (BPG), coordenado pelo **LIneA**. Estão incluídas no BPG as universidades UFRJ, USP, UFRGS, UFSM e o ON.

Replicando a estratégia de outras participações, a contribuição financeira, garantida pelo ON, foi reduzida pela colaboração tecnológica que incluiu a montagem de um site espelho do Skyserver no Brasil, centro para hospedar os dados projeto, como um site alternativo àquele disponível na Universidade de Johns Hopkins. Como contrapartida, o Brasil obteve 36 posições no projeto, sendo 12 de investigadores principais (PI) e 24 jovens pesquisadores. A partir de 2008 até 2021 o **LIneA** manteve sete releases do SDSS (DR8 a DR17), o último correspondendo ao término do SDSS-IV, como uma das contrapartidas acordadas com a colaboração visando a redução de custos diretos.

O projeto SDSS-III coletou dados entre 2008 e 2014, usando o Telescópio de 2,5 metros da Sloan Foundation no Observatório Apache Point, no Novo México. O SDSS-III consistiu em quatro pesquisas, ilustradas na figura 6, cada uma focada em um tema científico diferente, incluindo estudos sobre exoplanetas, Via Láctea e estrutura do Universo em grande-escala.

10 O nome do levantamento faz referência à Alfred P. Sloan Foundation, criada pelo executivo da indústria automobilística americana Alfred Sloan, um dos financiadores do projeto. <https://classic.sdss.org/home.php>

FIGURA 6: PROJETOS DE PESQUISA APOIADOS PELO LEVANTAMENTO SDSS-III



Fonte: Site SDSS III¹¹

O Brasil teve participação ativa em dois deles, o Galactic Evolution Experiment (APOGEE) e o Multi-object APO Radial Velocity Exoplanet Large-area Survey (MARVELS). O BPG está entre as dezenas de instituições colaboradoras do projeto, listadas abaixo¹².

Instituições colaboradoras SDSS III

Full member institutions:

- > University of Arizona
- > Carnegie Mellon University
- > University of Florida
- > Instituto de Astrofisica de Canarias
- > Johns Hopkins University
- > Lawrence Berkeley National Laboratory
- > Max Planck Astrophysics, Garching
- > Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics
- > New Mexico State University
- > New York University
- > Ohio State University
- > University of Portsmouth
- > Princeton University
- > University of Tokyo/IPMU
- > University of Utah
- > Vanderbilt University
- > University of Virginia
- > University of Washington
- > Yale University

Associate member institutions:

- > Brookhaven National Laboratory

- > Case Western University
- > Fermilab
- > Institucio Catalana de Recerca y Estudis Avancat, Barcelona
- > Instituto de Fisica Corpuscular
- > Instituto de Astrofisica de Andalucia
- > UC Irvine
- > Korean Institute for Advanced Study
- > Penn State University
- > University of Pittsburgh
- > UC Santa Cruz
- > Texas Christian University
- > Trieste Astrophysical Observatory
- > University of Wisconsin

Participation groups:

- > [Brazilian Participation Group \(Observatorio Nacional and individual researchers\)](#)
- > French Participation Group (APC, IAP, LAM, CEA/SPP, Besancon, CPPM)
- > German Participation Group (AIP, MPIA, ZAH)
- > Michigan State, Notre Dame, JINA Participation Group

Fonte SDSS-III is managed by the Astrophysical Research Consortium for the Participating

¹¹ <https://www.sdss3.org/index.php>

¹² <https://www.sdss3.org/collaboration/institutions.php>

Cabe ressaltar da participação brasileira no SDSS-III, o grupo liderado pelo pesquisador Gustavo Porto de Mello do Observatório do Valongo da UFRJ¹³, no âmbito do projeto MARVELS. Entre os resultados está uma tese de doutorado sobre exoplanetas e a colaboração em dezenas de publicações, com mais de 5.000 citações até 2024, ilustrando a grande variedade de temas científicos cobertos com apoio do **LIneA**.

O projeto SDSS-IV é continuação do trabalho feito no SDSS-III. Em particular, dois dos levantamentos (Extended Baryon Oscillation Spectroscopic Telescope e Apache Point Observatory Galaxy Evolution Experiment North and South) são extensões naturais de levantamentos realizados no SDSS-III. O projeto inclui ainda o Mapping Nearby Galaxies at Apache Point Observatory (MaNGA) que observou da ordem de 10.000 galáxias próximas utilizando pacotes de fibra óptica que geram cubos de dados, onde a terceira dimensão é o espectro obtido por cada fibra na posição sobreposta na galáxia, permitindo estudar de uma só vez sua distribuição de luminosidade e química, bem como suas propriedades cinemáticas. Assim, potencializando o trabalho do BPG no SDSS-III, o **LIneA** renovou seu acordo de forma garantir a participação de pesquisadores brasileiros, de diferentes universidades também nesta fase do levantamento SDSS. Esta participação foi garantida mantendo a contribuição financeira e o compromisso do **LIneA** de continuar e aprimorar o sistema de distribuição de dados, além da instalação e manutenção dos sistemas de computação do projeto APOGEE-South no Las Campanas Observatory situado no Chile, em foto na figura 7 abaixo.

FIGURA 7: LAS CAMPANAS OBSERVATORY, CHILE



Fonte: Las Campanas Observatory, Chile no flickr¹⁴; Créditos: Ewa Zegler-Poleska

13 <https://ov.ufrj.br/>

14 <https://www.flickr.com/photos/ewazp/14127284128/in/photostream/>

O grupo do Programa de Pós-Graduação em Astronomia e Astrofísica do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG/USP)¹⁵, liderado pela professora Beatriz Barbuy, foi um dos apoiados pelo **LIneA** no SDSS-IV. O grupo participou no projeto SDSS-APOGEE com três alunos de pós-graduação e três pós-doutorandos. Esta participação permitiu estudar em detalhes as linhas espectrais da banda-H em estrelas da componente esferoidal do bojo Galáctico, pobres em metais, propiciando a produção de vários artigos. Em uma demonstração da sinergia entre projetos os conhecimentos adquiridos foram aplicados pelo grupo, para identificar linhas em espectros de baixa resolução de objetos semelhantes mais distantes, utilizando o James Webb Space Telescope¹⁶.

Importante mencionar ainda o grupo Integral Field Spectroscopy (AGNIFS – AGN), em particular os pesquisadores Thaisa Storchi Bergmann e Rogério Riffel do IF-UFRGS e Rogemar Riffel, Sandro Rembold e Jaderson Shimoia da UFSM. São membros do **INCT do e-Universo** que, juntamente com seus alunos, foram fortemente beneficiados em suas pesquisas com o apoio do **LIneA**. A participação deu acesso prioritário à base de dados do SDSS-IV, em particular do projeto Mapping Nearby Galaxies at the Apache Point Observatory (MaNGA). Devido à estrutura do projeto em colaboração, além de utilizar os dados em suas pesquisas, o grupo teve a oportunidade de participar em trabalhos correlatos liderados por pesquisadores de outras instituições e países. Isto multiplicou, em alguns anos, o número de trabalhos publicados pelo grupo em revistas científicas de renome (Qualis A), permitindo também o estabelecimento de novas colaborações, beneficiando de maneira especial os alunos que puderam compartilhar desta experiência.

A participação do BPG é **creditada** entre as instituições colaboradoras do SDSS IV, conforme mencionado no portal do projeto¹⁷.

15 <https://www.iag.usp.br/>

16 <https://science.nasa.gov/mission/webb/>

17 <https://www.sdss4.org/collaboration/affiliations/>

Instituições Colaboradoras SDSS IV

PARTICIPATION GROUPS

> **Brazil Participation Group**

Laboratório Interinstitucional de e-Astronomia

Universidade de São Paulo

Universidade Federal de Santa Maria

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

> **Center for Astrophysics | Harvard & Smithsonian**

Center for Astrophysics | Harvard & Smithsonian

> **Chilean Participation Group**

Pontificia Universidad Católica de Chile

Universidad Andrés Bello

Universidad Católica del Norte

Universidad de Antofagasta

Universidad de Atacama

Universidad de Chile

Universidad de Concepción

Universidad de La Serena

Universidad de Valparaíso

> **French Participation Group**

Aix Marseille Université

APC, AstroParticule et Cosmologie

CEA, Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

CNRS, LAM, Laboratoire d'Astrophysique de Marseille

IAP, Institut d'Astrophysique de Paris

L'institut UTINAM et Observatoire des Sciences de l'Univers Terre

LPNHE, Laboratoire de Physique Nucleaire et des Hautes Énergies

> **Korean Participation Group**

Korea Astronomy and Space Science Institute

Korean Institute for Advanced Study

> **United Kingdom Participation Group**

Liverpool John Moores University

University of Cambridge

University of Edinburgh

University of Nottingham

University of St Andrews



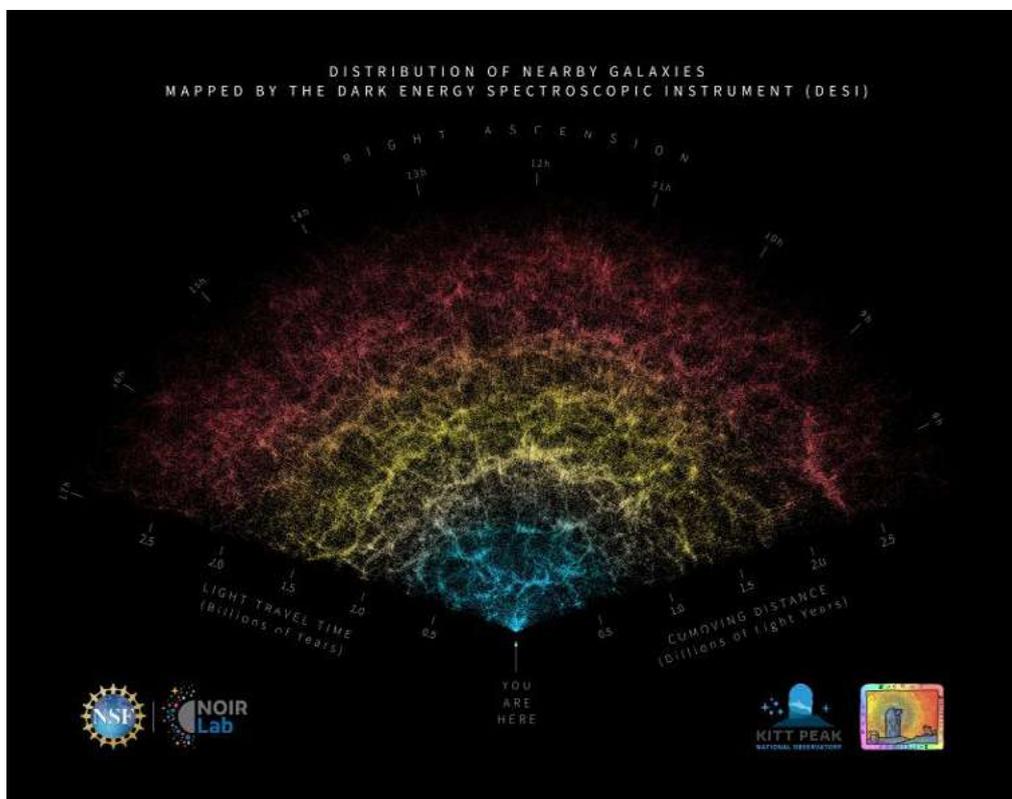
DARK ENERGY
SPECTROSCOPIC INSTRUMENT
DESI

O *Dark Energy Spectroscopic Instrument* (DESI)¹⁸ é um levantamento dedicado a observações espectroscópicas de dezenas de milhões de objetos para o estudo da energia escura. As observações estão sendo feitas utilizando o telescópio Mayall de 4m do Kitt Peak National Observatory, nos Estados Unidos. É apoiado pelo *Department of Energy Office of Science* (DEO-EUA) e reúne quase uma centena de instituições, entre universidades, laboratórios, associações de todo o mundo, para pesquisa, desenvolvimento de infraestrutura e sistemas e financiamento.

As observações iniciaram em 2021 e devem continuar por 5 anos. Para atingir os objetivos científicos foi construída uma lente corretora permitindo um campo de 8 graus quadrados. Além disso, foi construído um espectrógrafo de média resolução com três divisores de luz que criam feixes encaminhados para detectores no infravermelho, no vermelho e azul. O instrumento tem um posicionador robótico de cinco mil fibras configuradas em menos de um minuto, permitindo uma alta cadência e baixo *overhead*.

A figura 8 mostra uma fatia do mapa em 3D de galáxias, coletado no primeiro ano da pesquisa do DESI.

FIGURA 8: UMA FATIA DO MAPA DE GALÁXIAS COLETADA PELO DESI



Fonte: DESI Collaboration/NSF NOIRLab/DOE/R. Proctor¹⁹.

18 <https://www.desi.lbl.gov/>

19 <https://new.nsf.gov/news/dark-energy-survey-looks-11-billion-years-into-past>

A área total de céu coberta pelas observações será de 14 mil graus quadrados, aproximadamente um terço de todo o céu. Este experimento, da Fase IV, como definido pelo Dark Energy Task Force (DETF), é sem precedentes e se propõe a impor vínculos fortes sobre modelos de energia escura e de gravidade modificada que tentam explicar os efeitos observados da expansão acelerada do Universo. Além disso, em noites enluaradas o sistema está sendo utilizado para projetos de estudo da Via Láctea.

O **LIneA** contribui para este projeto desenvolvendo a ferramenta *Quick Look Framework* (QLF) para avaliar os 15 mil espectros obtidos em cada exposição. Este protótipo foi utilizado durante uma observação simulada no telescópio Mayall e serviu como base para o sistema sendo utilizado. A contribuição foi reconhecida pela colaboração DESI na forma de seis vagas para pesquisadores brasileiros, duas de investigadores principais (PIs) e quatro de pós-docs e estudantes.

A participação brasileira é creditada entre os colaboradores, conforme site do projeto²⁰.

Instituições Colaboradoras DESI

- > Aix-Marseille University Regional Participation Group
 - Centre de Physique des Particules de Marseille (CCPM)
 - Laboratoire d'Astrophysique de Marseille (LAM)
 - Observatoire des Sciences de l'Univers – Institut Pythéas
 - Supported by the French “Investissements d’Avenir” Programme A*MIDEX (AMX-19-IET-008-IPhU)
- > Argonne National Laboratory
- > Barcelona-Madrid Regional Participation Group
 - Institut de Física d’Altes Energies
 - Institut de Ciències de l’Espai (ICE-CSIC, IEEC)
 - Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas
 - Instituto de Física Teórica (IFT, UAM)
 - Supported by: MICINN grants: PID2019-111317GB, PGC2018-094773, PGC2018-102021, CEX2020-001058-M, CEX2020-001007-S, PGC2021-123012NB-C41 and Ramon y Cajal RYC-2018-025210; ERDF funds from the European Union, and ERC COSMO-LYA grant agreement 101044612. IFAE is partially funded by the CERCA program of the Generalitat de Catalunya.
- > Brookhaven National Laboratory
- > Boston University
 - Supported by DoE grants DE-SC0015628.
- > Carnegie Mellon University
- > CEA-IRFU, Saclay
- > China Participation Group
 - National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences

²⁰ <https://www.desi.lbl.gov/collaborating-institutions/>

Peking University

Tsinghua University

Supported by: National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences, Telescope Access Program (TAP) and Chinese National Natural Science Foundation (Grants 12120101003).

> Cornell University

> Durham University

Supported by the European Research Council

> École Polytechnique Fédérale de Lausanne

> Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich

> Fermi National Accelerator Laboratory

> Granada-Madrid-Tenerife Regional Participation Group

Universidad Autónoma de Madrid (Campus de Excelencia Internacional CIE/UAM + CSIC)

Instituto de Astrofísica de Andalucía

Instituto de Astrofísica de Canarias

Supported by: MICINN grants MultiDark CSD2009-00064, IFT-UAM/CSIC Severo Ochoa Award SEV-2012-0249, AYA2014-60641-C2-1-P, PGC2018-101931-B-I00; CSIC-AVS contract through MICINN grant AYA2010-21231-C02-01 and CDTI grant IDC-20101033; and the Campus of International Excellence UAM+CSIC.

> Harvard University

> Kansas State University

Supported by DoE grants DE-SC0021165 and DE-SC0011840 and Shota Rustaveli National Science Foundation of Georgia grants FR19-498 and FR19-8306

> Korea Astronomy and Space Science Institute

> Korea Institute for Advanced Study

> Lawrence Berkeley National Laboratory

> Laboratoire de Physique Nucléaire et de Hautes Energies

Supported by the Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules (CNRS-IN2P3)

> [Laboratório Interinstitucional de e-Astronomia \(LineA\)](#)

> Ludwig Maximilians University

> Max Planck Institute

> Mexico Regional Participation Group

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM-Instituto de Física, UNAM-Instituto de Astronomía, UNAM-Instituto de Ciencias Nucleares)

Universidad de Guanajuato (División de Ciencias e Ingenierías)

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ)

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV)

Supported by: CONACyT grants A1-S-8742, 102958, 304001, DAIP-UG, PAPIIT-DGAPA-UNAM grants IN105021, IN101124, and the Instituto Avanzado de Cosmología

- > National Optical-Infrared Astronomy Research Laboratory
- > National Taiwan University
 - Supported by grants MOST 111-2112-M-002-015-MY3, MOE Yushan Young Scholar NTU-110VV007, and NTU-CC-111L894806
- > New York University
- > Ohio University
- > Perimeter Institute
 - Supported in part by the Government of Canada through the Department of Innovation, Science and Economic Development Canada and by the Province of Ontario through the Ministry of Colleges and Universities.
- > Shanghai Jiao Tong University
- > Siena College
 - Supported by DoE grants DE-SC0020086
- > SLAC National Accelerator Laboratory
- > Southern Methodist University
- > Swinburne University
- > The Ohio State University
 - Andrei Cuceu acknowledges support provided by NASA through the NASA Hubble Fellowship grant HST-HF2-51526.001-A awarded by the Space Telescope Science Institute, which is operated by the Association of Universities for Research in Astronomy, Incorporated, under NASA contract NAS5-26555 (2023-2026).
- > Universidad de los Andes
- > University of Arizona
- > University of Barcelona
 - Supported by ERC, BePreSysE, grant agreement 725327, MINECO PGC2018-098866-B-I00 MCIN/AEI/10.13039/501100011033, MDM-2014-0369
- > University of California, Berkeley
- > University of California, Irvine
- > University of California, Santa Cruz
- > University College London
- > University of Edinburgh
- > University of Florida
- > University of Michigan at Ann Arbor
 - Supported by DoE grants DE-SC0007859, DE-SC009193
- > University of Pennsylvania
- > University of Pittsburgh
- > University of Portsmouth
- > University of Queensland
 - Supported by ARC Laureate Fellowship FL180100168
- > University of Rochester

- > University of Toronto
- > University of Utah
- > University of Waterloo
- > University of Wyoming
Supported by DoE grants DE-SC0019022.
- > University of Zurich
- > UK Regional Participation Group
The Royal Observatory, Edinburgh
University of Cambridge
University of Saint Andrews
University of Warwick
- > Yale University

Continuing Participant Institutions:

- > Bar Ilan University
- > Flatiron Institute
- > Imperial College, London
- > Princeton University
- > Sejong University
Supported by grants 2017R1E1A1A01077508, 2020R1A2C1005655
- > Space Telescope Science Institute
- > University of Milan
- > Universities Space Research Association
- > University of Seoul (Natural Science Research Institute)
Supported by grants 2018R1A6A1A06024977, 2020R1I1A1A01073494



TRANSNEPTUNIAN OCCULTATION NETWORK TON

O *Transneptunian Occultation Network* (TON) é uma colaboração internacional composta por Centros e Laboratórios de Pesquisa, Grupos de Pesquisa e astrônomos individuais, muitos deles amadores. Trata-se de um esforço coletivo para observar ocultações estelares por pequenos corpos do Sistema Solar, sobretudo objetos situados além da órbita de Netuno. Esses objetos, chamados Objetos Transnetunianos (TNOs), estão afastados do Sol mais de trinta vezes a distância que separa a Terra do Sol. Isto faz com que tais objetos tenham sofrido poucas alterações ao longo do tempo e, por isso, são preciosas fontes de informação sobre a história e a evolução do sistema solar exterior. Entre Júpiter e Netuno transita uma outra população de pequenos corpos, chamados Centauros. É amplamente aceito que esses objetos constituem uma população transitória entre objetos que habitam regiões mais internas dos TNOs (30-50 vezes a distância Terra-Sol), que estão em regiões distantes e frias, e os cometas da família de Júpiter, que se encontram em regiões mais quentes e se sublimam rapidamente. Além disso, segundo outros estudos, os centauros podem ser considerados representantes mais brilhantes da população mais distante de Objetos Trans-Netunianos (TNOs). Isto faz com que tais objetos tenham sofrido poucas alterações ao longo do tempo e, por isso, são preciosas fontes de informação sobre a história e a evolução do sistema solar exterior.

Um fator crítico para estudar corpos pequenos e distantes no Sistema Solar é o seu reduzido brilho e, por isso, as grandes limitações impostas para produzir observações diretas. Assim, uma das formas de se estudar os TNOs e Centauros é por meio da técnica de ocultações estelares. A ocultação estelar ocorre quando um corpo cruza a linha de visada formada por um observador, normalmente na Terra, e uma estrela. Mede-se a variação da luz da estrela que resulta do evento de ocultação (curva de luz) e a partir dessas medidas pode-se determinar a forma e a dimensão do objeto que pode atingir precisão de poucos quilômetros, saber mais sobre estruturas em suas vizinhanças imediatas, bem como detectar e estudar atmosferas com pressões até 1 bilhão de vezes menor que a terrestre.

Tal estudo requer um grande esforço para prever quando e onde uma dessas ocultações ocorrerá, para observá-la, e também para extrair informações científicas dessas observações. Portanto, o objetivo geral desta colaboração é produzir e distribuir previsões de ocultações estelares para estes objetos, fomentar a participação de observadores em campanhas observacionais desses eventos e coordenar e garantir a produção de conhecimento científico a partir desse esforço coletivo, que tem como característica ímpar o envolvimento direto da sociedade em suas atividades.

Diferente dos demais projetos, o **LineA** foi convidado a colaborar com o TON. E o projeto já produziu importantes resultados e descobertas, entre eles:

- > A descoberta de anéis em asteroides (Braga-Ribas et al., 2014).
- > A determinação de características físicas que os planetas anões (Sicardy et al., 2011, Dias-Oliveira et. al, 2015, Ortiz et al., 2017).
- > O estudo de variações sazonais em satélites neptunianos (Marques-Oliveira et al., 2022).

- > A presença de anéis além do limite estabelecido pelas teorias atuais (Morgado et al., 2023).
- > A presença de múltiplos anéis em torno de asteroides (Pereira et al., 2023).
- > Várias publicações em revistas de grande prestígio científico como a Nature.
- > Um trabalho de iniciação científica que combina dados do DES com os de ocultação estelar foi selecionado para concorrer ao Prêmio Destaque na Iniciação Científica e Tecnológica do CNPq em 2024.

O SUCESSO DESSES TRABALHOS ENVOLVENDO OS OBJETOS TRANSNETUNIANOS TEM COMO BASE UM FORTE ESFORÇO COLABORATIVO, TANTO PARA PREVER QUANTO PARA GARANTIR OBSERVAÇÕES POSITIVAS, FATO QUE FORTALECEU O ENVOLVIMENTO DE ASTRÔNOMOS AMADORES EM CAMPANHAS OBSERVACIONAIS.

De maneira similar à determinação de eclipses, a mais importante fonte de informação para produzir previsões são os catálogos de posição estelares e de posição de pequenos corpos do Sistema Solar. O grau de refinamento desses catálogos impacta diretamente a qualidade final das previsões de ocultações estelares por pequenos corpos. Por muito tempo, esta qualidade esteve limitada à precisão dos catálogos estelares disponíveis, então da ordem de segundos de arco.

Essa limitação foi superada com o lançamento da missão Gaia, que, após uma década em operação, já produz posições com incertezas na ordem do milissegundo de arco. Este avanço elevou o sucesso das observações de ocultações estelares a um novo patamar.

Agora a limitação passou a estar relacionada, principalmente, à precisão das órbitas calculadas para pequenos corpos, que está diretamente associada às incertezas das medidas das posições desses objetos nos catálogos científicos, sendo o catálogo administrado pelo Minor Planet Center (MPC) o mais completo. A superação desse gargalo depende da expansão dos catálogos, com a adição de novas posições tanto em termos de cobertura temporal, como em termos de medidas com incertezas menores. Esta será a grande contribuição a ser gerada pelo observatório Vera Rubin para a Astronomia de Posição de corpos do Sistema Solar.

Com a experiência adquirida ao longo de anos e o suporte de TI do **LineA**, está sendo desenvolvida a primeira versão de uma das mais relevantes ferramentas para o uso da técnica da ocultação estelar, o Solar System Portal. A ferramenta tem como uma de suas funcionalidades a previsão de eventos de ocultação, ou seja, quando e onde, sobre a superfície da Terra e suas vizinhanças imediatas o evento ocorrerá. Esta é uma iniciativa de grande importância, dada não somente a complexidade da tarefa como também a demanda de recursos para produzir esse tipo de previsão, sobretudo quando há o interesse de incluir

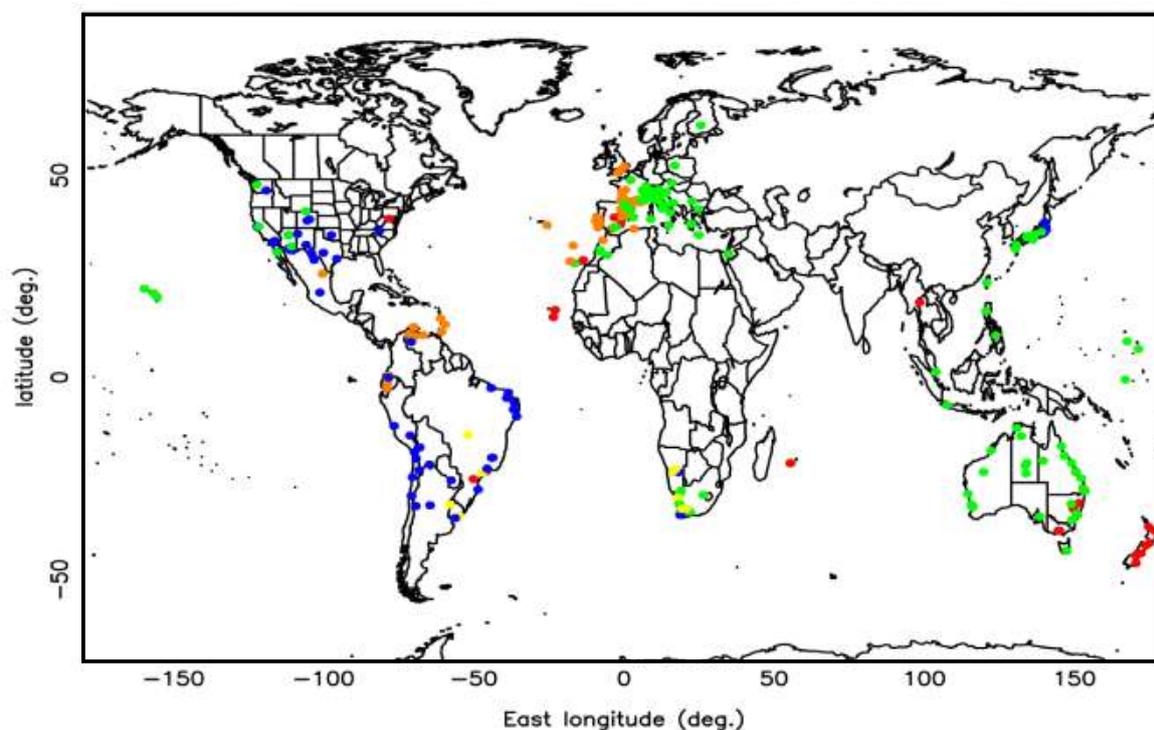
todos os corpos do Sistema Solar. Trata-se de aliar a expertise científica da colaboração TON com a expertise tecnológica do **LIneA** e sua infraestrutura de computação de alto desempenho.

O apoio do **INCT do e-Universo**, tanto para manutenção de uma eficiente equipe de TI como para formação, tem sido vital para o desenvolvimento do Solar System Portal e realização das pesquisas.

O quadro de colaboradores do TON lista, até 2024, vinte e um pesquisadores, envolvendo Observatório Nacional, Observatório do Valongo/UFRJ, Universidade Federal de Uberlândia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Florida Space Institute, University of Florida (EUA); Universidad Tecnológica del Perú (Peru); Observatoire de Paris (França **LIneA**). Além de astrônomos amadores, fundamentais para o programa, que participam de campanhas observacionais organizadas pela equipe **LIneA**.

A figura 9 mostra os locais com observatórios profissionais e astrônomos amadores, fundamentais para o programa, que já participaram de campanhas organizadas pelo **LIneA**, cobrindo o mundo inteiro. As cores indicam envolvimento em campanhas observacionais voltadas a diferentes objetos.

FIGURA 9: **LOCAIS COM PARTICIPAÇÃO EM CAMPANHAS OBSERVACIONAIS TON .**



Fonte: Elaboração LIneA²¹

21 <https://www.linea.org.br/colaboracao/transneptunian-occultation-network>



O projeto *Legacy Survey of Space and Time* (LSST)²² tem como objetivo mapear em seis bandas quase metade do céu por um período de 10 anos, utilizando o Observatório Vera C. Rubin²³. A figura 10 mostra foto do Observatório localizado no Cerro Pachón, Chile.

FIGURA 10: FOTO DO OBSERVATÓRIO VERA C. RUBIN NO CHILE.



Fonte: Site do Vera C. Rubin Observatory²⁴

O projeto tem seu embrião concebido no início da década de 2000, por um grupo de cientistas planejando um novo telescópio que levaria a astronomia e a astrofísica para outro patamar de conhecimentos e possibilidades. Em 2003, a LSST Corporation foi criada como uma corporação sem fins lucrativos, com financiamento do National Science Foundation (NSF), fundações privadas, doadores individuais e contribuições de membros, e apoio do Departamento de Energia dos EUA (DOE). Em 2015 foi iniciada a construção da infraestrutura do Observatório no Chile, contando com o desenvolvimento e construção de diferentes partes do sistema em diversos locais ao redor do mundo.

²² <https://www.lsst.org/>

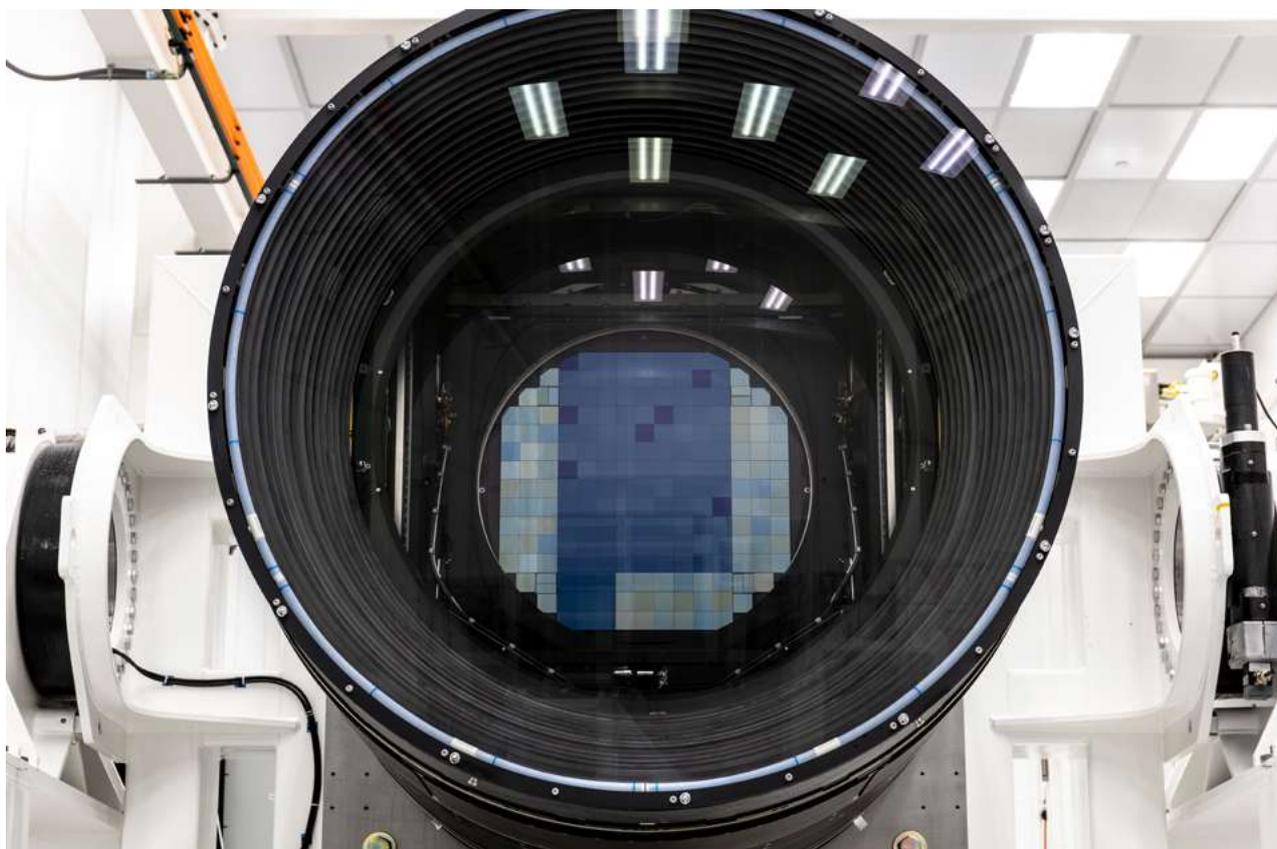
²³ O nome do Observatório, designado em 2029, homenageia a astrônoma americana Vera C. Rubin e reconhece as contribuições feitas pelas mulheres à astronomia e à astrofísica. O Observatório Rubin foi a primeira grande instalação astronômica com financiamento público nos Estados Unidos a receber o nome de uma mulher <https://rubinobservatory.org/about>

²⁴ <https://rubinobservatory.org/>

O telescópio, com previsão de entrar em operação em 2025, possui um diâmetro de 8,4 metros e tem um campo de visada de quase 10 graus quadrados, podendo mapear todo o céu visível em apenas algumas noites. Sua câmera consiste em um mosaico de CCDs com 3.2 bilhões de pixels e cada exposição corresponde a uma área do céu equivalente a 40 vezes o tamanho da Lua cheia. A cada noite serão acumulados da ordem de 15 TB de dados que devem ser transmitidos para diferentes centros para redução e análise.

A figura 11 mostra a câmera LSSTCam, a maior já construída, que será usada no projeto LSST. A área coberta pela câmera no céu é equivalente a 40 luas cheias.

FIGURA 11: FOTO DA CÂMERA LSSTCAM



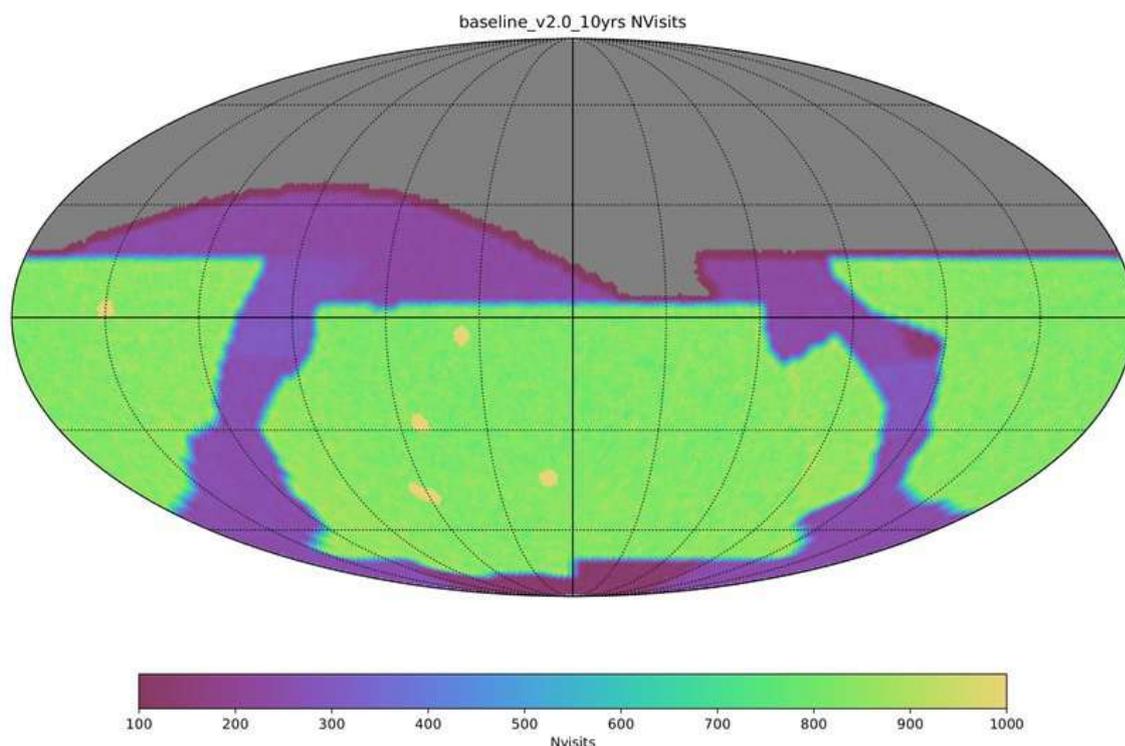
Fonte: Site do Vera C. Rubin Observatory

O sistema será o mais poderoso coletor de luz no óptico e a velocidade das observações fornecerá aos astrônomos, pela primeira vez, uma visão dinâmica do Universo, com variações de posição ou fluxo registradas a uma cadência de algumas noites.

A cada noite serão acumulados da ordem de 15 a 20 TB de dados, que serão transmitidos para diferentes centros para processamento e análise. Estima-se que o LSST gerará da ordem de 10 milhões de alertas de variabilidade a cada noite, que devem ser classificados e, os casos mais interessantes, acompanhados por outros telescópios. Ao término de 10 anos, o levantamento obterá informações de 37 bilhões de estrelas e galáxias, explorando um volume de espaço sem precedentes e gerando da ordem de 100 PB de dados na forma de catálogos.

A figura 12 ilustra a área do céu do hemisfério sul que será coberta pelo levantamento LSST. A intensidade das cores reflete o número de exposições em cada ponto do céu, variando de 100 a 1000 visitas. A área total será aproximadamente 4 vezes maior que o levantamento DES.

FIGURA 12: ÁREA DO CÉU DO HEMISFÉRIO SUL QUE SERÁ COBERTA PELO LEVANTAMENTO LSST



Fonte: Vera C. Rubin Observatory.

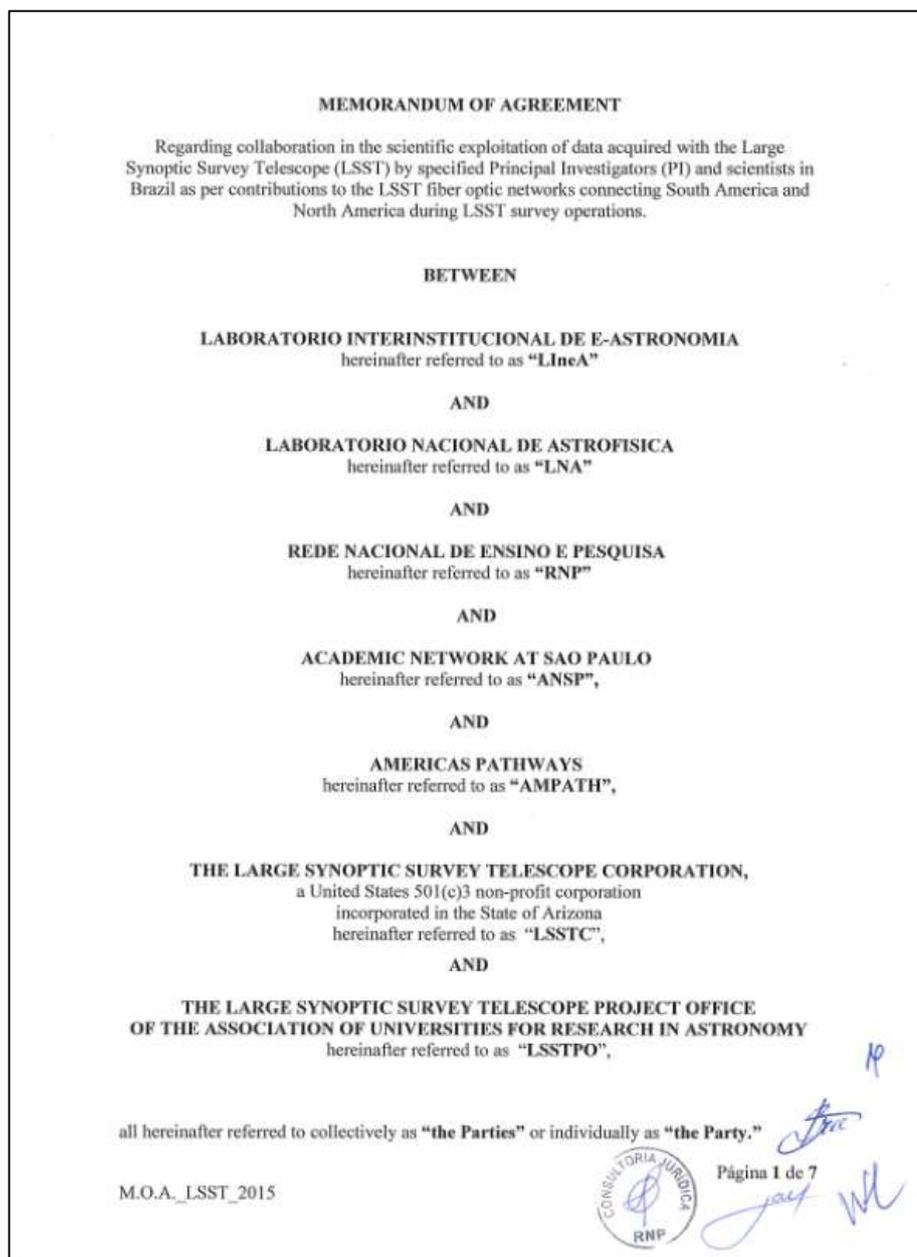
Gerenciar a transferência, processamento, armazenamento, análise e exploração científica da grande quantidade de dados que será gerada de forma ininterrupta, representa um grande desafio para a área de TI. Este é um problema de big data que começa a ser enfrentado de forma sistemática pelo projeto, procurando novas soluções para as áreas de comunicação em rede, processamento de alto-desempenho e desenho de banco de dados. A participação brasileira no projeto LSST se dá por meio do Grupo de Participação Brasileira, denominado pela sigla em inglês Brazilian Participation Group (BPG-LSST), formado por pesquisadores seniors, estudantes de pós-graduação e graduação de diferentes instituições brasileiras.

A negociação para integrar a comunidade brasileira ao LSST foi capitaneada pelo **LIneA** e o Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA)²⁵, compreendendo a importância fundamental do projeto para o futuro da astronomia. A esse esforço somou-se a oportunidade criada por uma colaboração na área de redes entre a RNP e as organizações Americas Pathways

²⁵ O Laboratório Nacional de Astrofísica foi criado em 1985, para realizar e apoiar a pesquisa em astronomia. É responsável por gerenciar os principais instrumentos de observação usados pelos astrônomos brasileiros. <https://www.gov.br/lina/pt-br>

(AMPATH) e Academic Network at São Paulo (ANSP), que permitiu a assinatura, em 2015, de um memorando de entendimento junto ao Large Synoptic Telescope Corporation (LSSTC) e Large Synoptic Telescope Project Office of the Association of Universities for Research in Astronomy (LSSTPO). A figura 13 mostra recorte do documento.

FIGURA 13: RECORTE MEMORANDO DE ENTENDIMENTO LINEA - LSST



Fonte: Acervo LIneA²⁶

O Memorando previu a formação do grupo de pesquisadores brasileiros, contando inicialmente com cerca de 40 membros, com objetivo de criar a infraestrutura necessária para garantir a eficiente exploração científica dos dados que ficarão disponíveis por este levantamento; implantar um centro para o armazenamento e processamento de dados

26 <https://www.linea.org.br/admin/wp-content/uploads/2024/09/MOA-LSSTC-Brazil-Executed-Sep.2015.pdf>

de apoio aos pesquisadores brasileiros, tendo como ponto de partida a infraestrutura e a experiência de operação acumulada pelo time de tecnólogos do **LIneA** e apoiar no futuro a renegociação do atual acordo para permitir a entrada de mais pesquisadores brasileiros neste projeto.

A arquitetura proposta pela direção de TI do LSST para armazenar e compartilhar esse enorme volume de dados que se acumulará pelo período década ou mais, consiste no estabelecimento de alguns centros de dados auxiliares, distribuídos em outras regiões do mundo.

Para receber esses centros auxiliares, chamados de Independent Data Access Center (IDAC), foram submetidas propostas e, em processo de seleção, analisadas capacidade técnica da instituição proponente; experiência prévia na realização de levantamentos astronômicos e a conformidade ao atendimento das especificações técnicas mínimas necessárias para a oferta de infraestrutura de TI e rede pelo período de 10 anos.

O **LIneA** foi selecionado dando ao Brasil a possibilidade de contar com um centro internacional especializado para o tratamento, visualização e compartilhamento de dados astronômicos baseado em arquivos.

O IDAC VAI AMPLIAR O NÚMERO DE PESQUISADORES BRASILEIROS PARTICIPANTES NO LSST E FACILITAR O ACESSO E A DISTRIBUIÇÃO DOS DADOS ATÉ AS INSTITUIÇÕES DE ENSINO E PESQUISA.

Em junho de 2024 foi aprovado pelo Departamento de Energia do Governo americano o acordo²⁷ entre o National Accelerator Laboratory (SLAC)²⁸ e o **Laboratório Interinstitucional de e-Astronomia (LIneA)**. O acordo é o resultado de quatro anos de intenso trabalho administrativo, científico e técnico do **LIneA** e dos investimentos em pessoal e equipamento, que constituíram apoio fundamental do **INCT do e-Universo**. A figura 14 mostra um recorte da Carta de aprovação do Acordo.

²⁷ https://www.linea.org.br/admin/wp-content/uploads/2024/09/23-9007-CR-iCRADA-Rubin-FINAL_LIneA_FE.pdf

²⁸ SLAC é um laboratório multiprograma que conduz projetos científicos em larga escala e recebe cientistas do mundo todo para usar seus raios X, lasers e feixes de elétrons em experimentos inovadores em campos diversos, incluindo cosmologia e astrofísica, materiais e ciências ambientais, biologia, química sustentável e pesquisa energética, computação científica. <https://www6.slac.stanford.edu/>

TABELA 2: INSTITUIÇÕES QUE COMPÕEM O INCT DO E-UNIVERSO

INSTITUIÇÃO	Nº. DE MEMBROS	LOCALIZAÇÃO
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	14	RS
Universidade Estadual Paulista	8	SP
LIneA	6	RJ
Observatório Nacional	4	RJ
Universidade Tecnológica Federal do Paraná	3	PR
Universidade Federal de Santa Maria	3	RS
Universidade Federal do Rio de Janeiro	2	RJ
Universidade Federal de Uberlândia	1	MG
Universidade de São Paulo	1	SP
University of Michigan	1	EUA
Florida Space Institute	1	EUA
Brookhaven National Laboratory	1	EUA
AstroParticule et Cosmologie	1	França
University of Tübingen	1	Alemanha

Os gráficos 1 e 2, a seguir, mostram a distribuição das instituições, por localização.

GRÁFICO 1: NÚMERO DE INSTITUIÇÕES PARTE DO INCT DO E-UNIVERSO POR LOCALIZAÇÃO

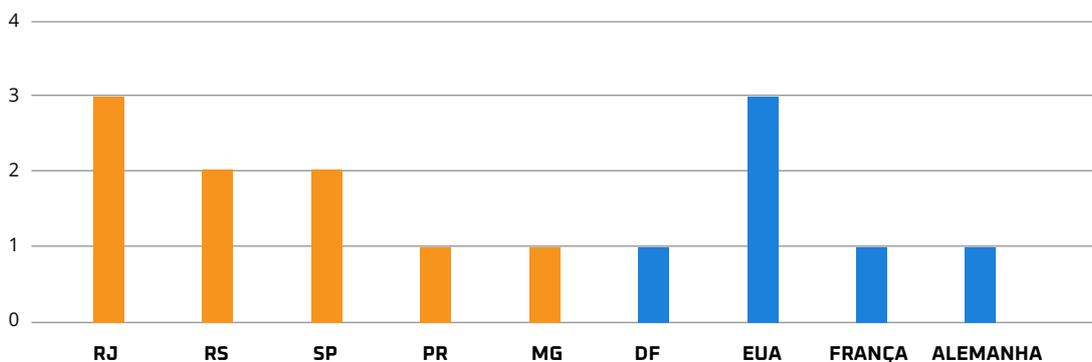


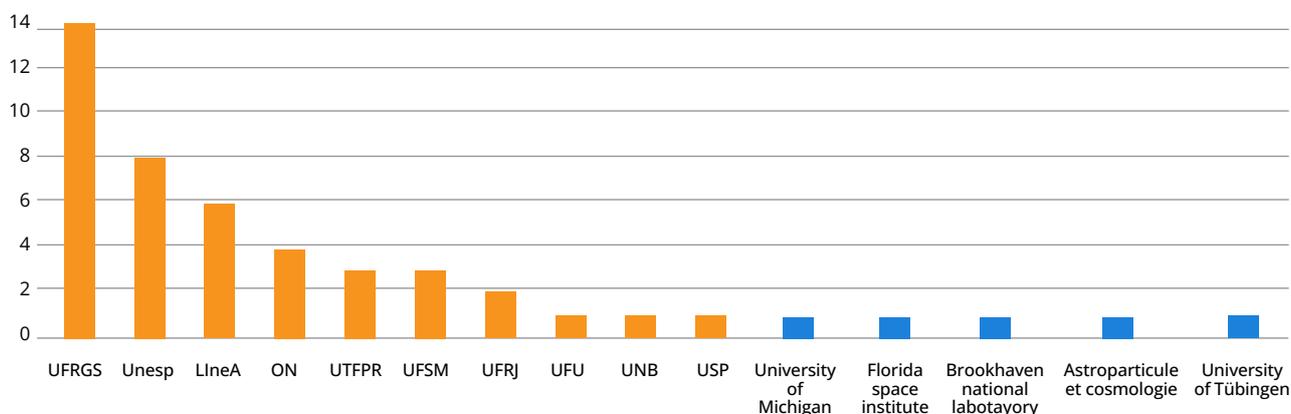
GRÁFICO 2: INSTITUIÇÕES BRASILEIRAS PARTE DO INCT DO E-UNIVERSO LOCALIZADAS NO MAPA



Da plataforma Bing
@Microsoft, OpenStreetMap

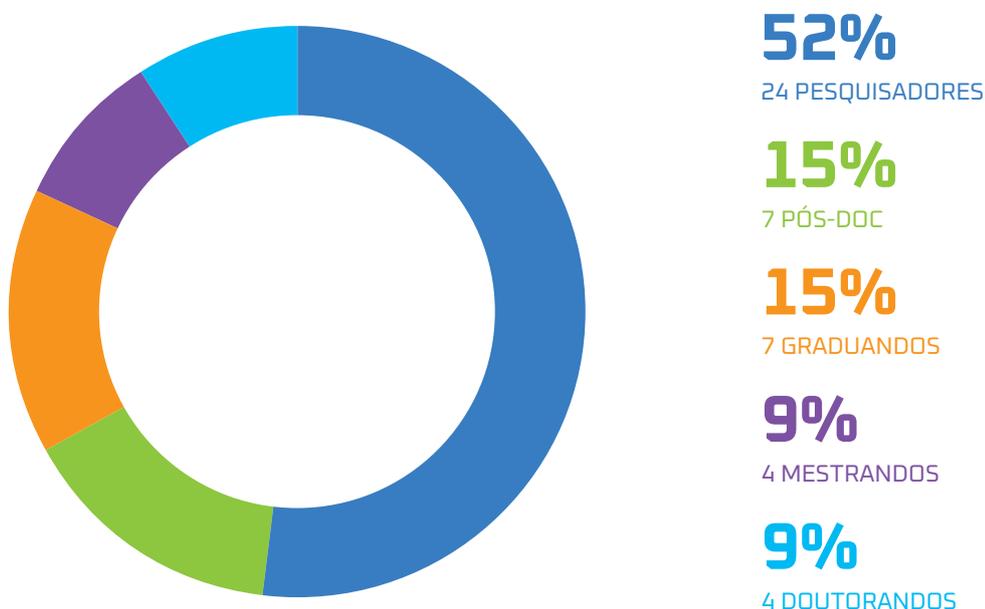
O gráfico 3 aponta a distribuição dos membros por instituição.

GRÁFICO 3: NÚMERO DE MEMBROS DO INCT DO E-UNIVERSO POR INSTITUIÇÃO



Cabe ressaltar a distribuição dos membros por estágio de carreira, mostrada no gráfico 4, que evidencia a pluralidade, a oportunidade para jovens pesquisadores e o peso equilibrado entre estudantes e pesquisadores.

GRÁFICO 4: NÚMERO E PORCENTAGEM DE MEMBROS DO INCT POR ESTÁGIO DE CARREIRA



GOVERNANÇA E GESTÃO

Para a tomada de decisão, gestão, monitoramento e avaliação, o **INCT do e-Universo** previu, inicialmente, um conjunto de instâncias e apoio administrativo. A sinergia com o **LIneA** e a qualidade e dinâmica dos órgãos colegiados da Associação, conduziram para a gestão integrada do **LIneA** e do INCT.

Assim, a partir da prática, configurou-se a atual estrutura de governança e gestão do INCT, que conta com um Coordenador, um Vice Coordenador, e um Comitê Gestor. O Comitê Gestor, de composição interinstitucional, concentra as análises e decisões sobre os temas estratégicos do Instituto.

O COMITÊ GESTOR DO INCT REÚNE-SE SEMANALMENTE, EM UMA DINÂMICA ATIVA DE MONITORAMENTO DAS AÇÕES, AVALIAÇÃO E DECISÃO, TENDO COMO BASES O COMPROMISSO COM O ZELO E TRANSPARÊNCIA NA APLICAÇÃO DE RECURSOS, O FOCO NO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO, NA FORMAÇÃO DE PESQUISADORES E NA DISSEMINAÇÃO DO CONHECIMENTO.

A tabela 3 lista a composição do Comitê Gestor, que já se alterou ao longo dos anos, em agosto de 2024.

TABELA 3: **COMPOSIÇÃO DO COMITÊ GESTOR DO E-UNIVERSO, AGOSTO DE 2024**

MEMBRO	INSTITUIÇÃO
Luiz Nicolaci da Costa (Coordenador)	LIneA
Rogério Rosenfeld (Vice Coordenador)	UNESP
Júlio Ignácio Camargo (Vice Coordenador Regional)	ON
Sandro Rembold	UFSM
Roberto V. Martins	ON

É parte da governança do **INCT do e-Universo** a Comissão de Assessoria Técnica (CAT), que contribui nas análises e decisões sobre equipamentos. A comissão é formada, em informações de agosto de 2024, por Albino Aveleda (COPPE/UFRJ), Emmanuel Sanches (RNP), Francisco Vilar Brasileiro (UFCEG), Lisandro Granville (UFRGS), Ricardo Castro (INT), Roberto Pinto Souto (LNCC), Rogério Iope (UNESP).

Além disso, a governança do INCT se beneficia das estruturas desenvolvidas pelo **LIneA**³⁰, de caráter colegiado, base interinstitucional e multidisciplinar. São elas:

³⁰ <https://www.linea.org.br/pessoal>

Conselho Administrativo

O Conselho Administrativo, órgão colegiado de administração superior e soberano do **LIneA**, tem entre as atribuições acompanhar objetivos estratégicos; acompanhar, avaliar e aprovar os programas de investimentos, as prestações de contas e os instrumentos de gestão. A assembleia do Conselho Administrativo reúne-se ordinariamente duas vezes por ano ou extraordinariamente a qualquer tempo, convocados por seu Presidente ou por solicitação de dois terços de seus membros.

O Conselho Administrativo é composto, em informações de agosto de 2024, por Augusto Cesar Gadelha Vieira, Luiz Alberto Nicolaci da Costa, Roberto Vieira Martins, Thyrso Villela Neto e Wilson Biancardi Coury.

Conselho Técnico Científico

O Conselho Técnico-Científico é composto por até cinco membros, reconhecidos como de notório saber, com mandato de 03 anos, podendo ser renovado. Cabe ao Conselho Técnico Científico participar do planejamento do **LIneA**; acompanhar as atividades científicas, tecnológicas e educacionais da Associação, podendo emitir parecer, sugestão de novas iniciativas ou modificações das atividades desenvolvidas; divulgar e estimular as atividades científicas e educacionais do **LIneA**.

O Conselho Técnico-Científico Conselho Administrativo é composto, em informações de agosto de 2024, por Beatriz Barbuy (USP), Lara Machado (RNP), Othon Winter (UNESP), Pedro Leite da Silva Dias (IAG-USP) e Luiz Alberto Nicolaci da Costa (**LIneA** ex-ofício).

Conselho de Usuários

O Conselho de Usuários compõe-se de até dez membros indicados pelas organizações usuárias dos serviços prestados pelo **LIneA**, com objetivo de fornecer subsídios para o alcance de crescentes níveis de qualidade dos serviços prestados, bem como nas demais matérias de cunho técnico de interesse da Instituição.

Conselho Fiscal

O Conselho Fiscal é composto por três membros e é aprovado na Assembleia dos Associados. Cabe ao Conselho Fiscal, acompanhar, avaliar e aperfeiçoar a orçamentação e prestação de contas da Associação.

Comitê Gestor e Equipe do LIneA

Como núcleo básico, responsável pelo funcionamento da instituição, na sua gestão e produção tecnológica, o **LIneA** conta com um Comitê Gestor, que acompanha e encaminha os temas relevantes, e com uma equipe que garante apoio administrativo, assessoria de comunicação e a sustentação da atividade tecnológica.

Essa equipe é provida por empresa terceirizada, tem entre as atribuições:

- > Desenvolvimento de software, apoio aos pesquisadores, manutenção de web sites, operação dos diferentes sites disponíveis aos membros do INCT.
- > Organização financeira e contábil e gerenciamento da documentação gerada pelo INCT. Planejamento da divulgação e desenvolvimento de produtos de comunicação.
- > Organização de processos de planejamento estratégico.
- > Gerenciamento dos projetos, com cronogramas, reuniões de acompanhamento, monitoramento, formalização das entrega de produtos.
- > Preparação de relatórios mensais/anuais disponíveis publicamente³¹ relatando as atividades de desenvolvimento e serviços, mantendo desta forma devidamente informados das atividades em andamento todos os interessados.
- > Atualização e aperfeiçoamento do site do **LIneA/ INCT**.

Importante ressaltar o esforço de compilar, consolidar e organizar o vasto acervo de documentos acumulados pelo **LIneA**, ao longo dos anos de funcionamento. A documentação inclui diferentes atividades relacionadas à operação, descrição dos vários serviços prestados pelo **LIneA**, relatórios sobre testes realizados, e documentação dos sistemas de aquisição e acesso a dados em operação no Brasil e no exterior. Inclui, ainda, para cada pipeline em funcionamento uma descrição de alto nível, manual de uso e histórico de manutenção.

Para facilitar o processo de gestão foram criadas pela equipe de TI do **LIneA** interfaces que permitem ao Comitê Gestor do INCT e o público acompanharem os gastos e as métricas de desempenho. A interface financeira permite acompanhar automaticamente o fluxo de caixa do INCT, analisar os gastos de capital e custeio realizados por agência, por colaboração científica e por estado e os gastos com bolsas por tipo, por agência e por estado das instituições participantes.

A interface de métricas inclui o número de eventos nacionais e internacionais organizados ou que tiveram a participação de membros do INCT, número de publicações por ano, número de webinars e lunch talks organizados, e número de notícias publicadas no site do **LIneA/INCT**. Combinadas estas interfaces, disponíveis no site³², geram potente subsídio para o Comitê Gestor avaliar a aderência do ICT à missão proposta.

31 <https://www.linea.org.br/relatorio-de-atividades>

32 LIneA em números: <https://www.linea.org.br/sobre-linea>; INCT em números: <https://www.linea.org.br/em-numeros>

RECURSOS FINANCEIROS E INVESTIMENTOS

O **INCT do e-Universo** é financiado, majoritariamente, pelo CNPq e pela FAPERJ. Os recursos foram aportados, ao longo dos sete anos, de maneira heterogênea, considerando o fluxo orçamentário sujeito a cortes, contingenciamentos, eventuais suplementações e postergações da disponibilização.

Não obstante a dificuldade que esse fluxo impõe, os recursos foram investidos segundo planejamento e prioridades do INCT, com apoio dos comitês técnicos e de especialistas e supervisão do Comitê Gestor.

As informações relativas aos investimentos estão organizadas, cuidadosamente classificadas de forma a favorecer a prestação de contas aos financiadores, a transparência junto à sociedade e o aprendizado institucional de planejamento e gestão.

Alocação dos Recursos

Foram aportados pelo CNPq e FAPERJ ao **INCT do e-Universo**, entre 2018 e 2024, pouco mais de doze milhões de reais, entre recursos destinados a investimentos em equipamentos e infraestrutura (capital), recursos destinados ao custeio e recursos na forma de bolsas para técnicos, pesquisadores e alunos. Até Agosto de 2024, cerca de nove milhões e setecentos mil reais já foram utilizados e o restante, aproximadamente dois milhões e quinhentos e cinquenta mil reais, permanece em caixa com previsão de uso no IDAC.

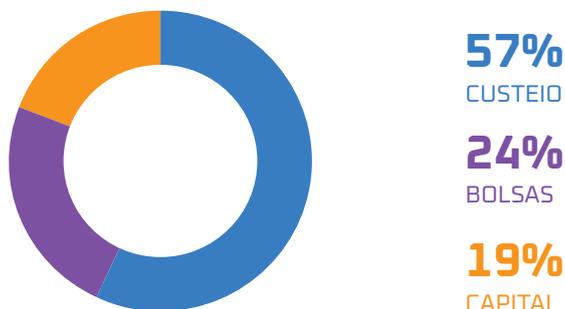
A tabela 4 discrimina os valores aportados por cada agência de fomento por modalidade de recurso.

TABELA 4: RECURSOS ALOCADOS NO INCT DO E-UNIVERSO, POR AGÊNCIA E MODALIDADE

AGÊNCIA	CAPITAL (R\$)	CUSTEIO (R\$)	BOLSAS (R\$)	TOTAL (R\$)
CNPq	858.058,48	3.737.207,91	1.535.432,00	6.130.698,39
FAPERJ	982.677,81	1.832.365,17	544.200,00	3.359.242,98
CAPES			225.300,00	225.300,00
Total	1.840.736,29	5.569.573,08	2.304.932,00	9.715.241,37

O gráfico 5 discrimina a participação percentual de cada modalidade no total de recursos no alocados no INCT.

GRÁFICO 5: PORCENTAGEM DAS MODALIDADES NA COMPOSIÇÃO DOS RECURSOS APORTADOS



Os gráficos 6, 7 e 8 discriminam a participação percentual de cada agência de fomento nas categorias de recurso.

GRÁFICO 6: PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DAS AGÊNCIAS NOS RECURSOS DE CAPITAL

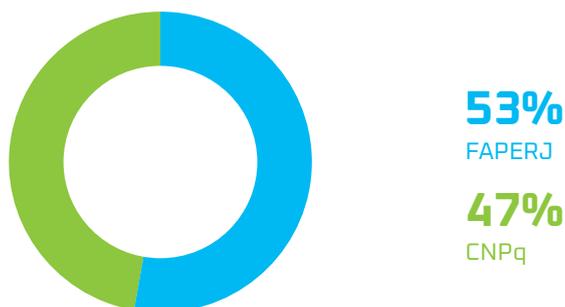


GRÁFICO 7: PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DAS AGÊNCIAS NOS RECURSOS DE CUSTEIO



GRÁFICO 8: PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DAS AGÊNCIAS NOS RECURSOS DE BOLSAS



A FINEP vem participando do esforço, sobretudo a partir do financiamento dos equipamentos, como será detalhado no item sobre o desenvolvimento tecnológico.

Para além do apoio das instituições, o **LineA** conta com um grupo de doadores, que colaboraram em diferentes ocasiões e fazem parte da história da sustentação e desenvolvimento do projeto. A lista dos doadores apresentada no site reconhece esse parceiros fundamentais que acreditam no propósito, constroem as possibilidades e valorizam os resultados do **LineA**³³.

Investimentos

OS RECURSOS APORTADOS NO INCT DO E-UNIVERSO FORAM INVESTIDOS SOB SUPERVISÃO DO COMITÊ GESTOR, COM A APLICAÇÃO ORGANIZADA E MONITORADA PELA EQUIPE DE GESTÃO, DE FORMA A OTIMIZAR E POTENCIALIZAR RESULTADOS E PROMOVER AMPLA TRANSPARÊNCIA.

Os recursos de capital foram investidos em equipamentos e infraestrutura, necessários para desenvolvimento tecnológico de apoio à pesquisa que garante, inclusive, as contrapartidas brasileiras sob a forma de serviços nas grandes colaborações, como foi descrito anteriormente. Cabe ressaltar que além do comitê gestor, participam das decisões sobre compra de equipamentos a Comissão de Assessoria Técnica (CAT), também já descrita anteriormente. Entre os investimentos mais recentes e estratégicos realizados pelo INCT está a compra dos equipamentos de informática para a implantação do IDAC, incluindo cluster de processamento, servidores de banco de dados, sistema de armazenamento e roteador para a transferência de dados entre o PoP-RJ e o Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC) onde o centro está localizado (Petrópolis-RJ).

Os recursos destinados ao custeio foram classificados, de forma fortalecer a aplicação nos eixos estratégicos do INCT, nas seguintes despesas:

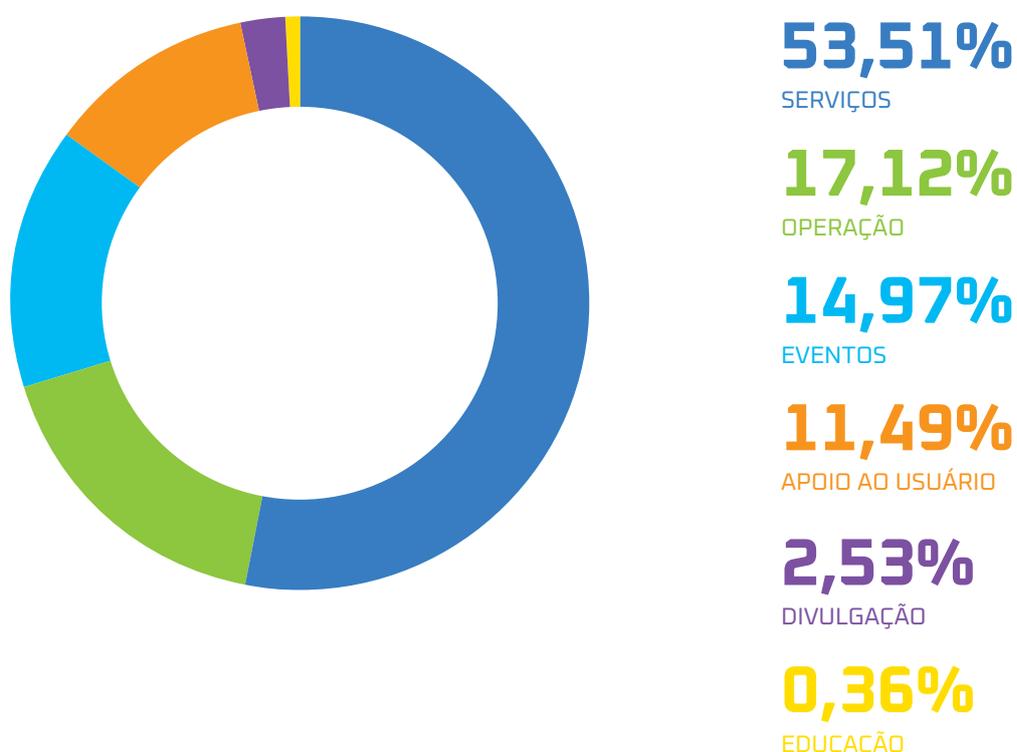
- > **Eventos:** recursos aplicados em diárias e passagens para participação em eventos diversos, nacionais e internacionais, fundamental para a colaboração internacional e integração nacional. As viagens realizadas graças à disponibilização desses recursos, estão detalhadas na descrição desse eixo estratégico a seguir.
- > **Operação:** recursos aplicados para manter equipamentos funcionando, incluindo empresas de TI.
- > **Apoio ao usuário:** pagamento de plataformas de uso geral, como zoom, que sustentam a produção científica colaborativa, o esforço de divulgação e educação e a gestão colegiada.
- > **Serviços:** contratação de empresas especializadas para apoio a operação / desenvolvimento de software e gestão.

³³ <https://www.linea.org.br/parcerias>

- > **Divulgação e Educação:** recursos aplicados em ações de educação como cursos e webinars e outras ações junto a alunos de diferentes níveis do ensino; e em ações de divulgação, incluindo a criação da assessoria de imprensa, o desenvolvimento de vídeos, e a reformulação do site do INCT.
- > **Adesão ao consórcio internacional LSST Corporation**, agora chamado LSST Discovery Alliance³⁴ para enfrentar os desafios de big data.

O gráfico 9 mostra a participação percentual de categoria de despesa, no total do gasto em custeio.

GRÁFICO 9: PERCENTUAL DE GASTOS EM CUSTEIO POR CATEGORIA DE DESPESA



Bolsas

As bolsas disponibilizadas ao **INCT do e-Universo** atendem às diferentes instituições parceiras e áreas de pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico e de gestão, incluindo a operação do centro multiusuário de dados e o desenvolvimento de softwares.

A tabela 5 mostra a distribuição das 78 bolsas com que, entre 2018 e 2024, o **INCT do e-Universo** contou.

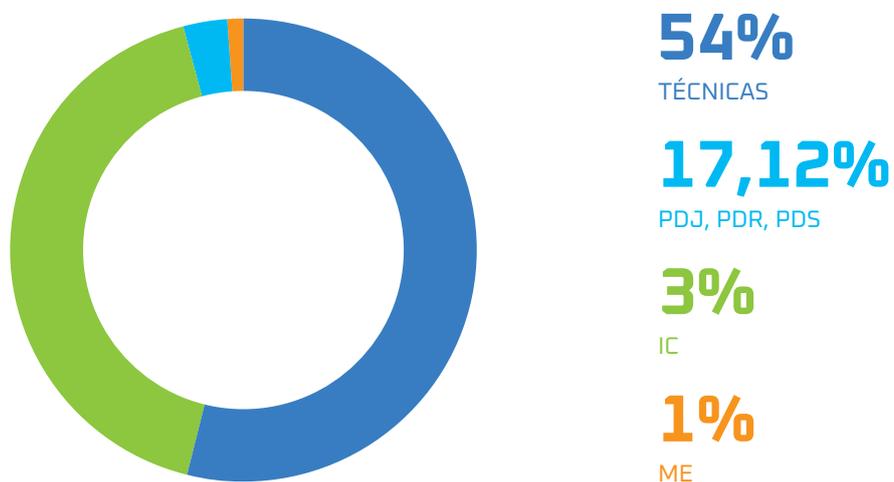
³⁴ <https://lsstdiscoveryalliance.org/>

TABELA 5: DISTRIBUIÇÃO DAS BOLSAS POR CATEGORIAS

CATEGORIA DE BOLSAS	NÚMERO
Iniciação Científica (IC)	10
Pós-Doutorado Júnior (PDJ)	7
Desenvolvimento Tecnológico e Industrial (DTI) A	11
Desenvolvimento Tecnológico e Industrial (DTI) B	11
Desenvolvimento Tecnológico e Industrial (DTI) C	9
Especialista Visitante (EV) 1	7
Especialista Visitante (EV) 2	1
Especialista Visitante (EV) 3	1
Extensão no País (EXP) A	1
Extensão no País (EXP) B	5
Pós-Doutorado (PDR10)	14
Pós-Doutorado Sênior (PDS)	1
TOTAL	78

A distribuição das bolsas por categoria, apresentada no gráfico 10, demonstra o peso equilibrado entre a produção científica e tecnológica, que viabiliza a atuação do INCT. O trabalho técnico dá sustentação ao trabalho científico e representa diferencial no momento de negociação e viabilização da participação brasileira nos projetos internacionais.

GRÁFICO 10: PERCENTUAL DE BOLSAS POR CATEGORIA



Com a aproximação do encerramento das bolsas do **INCT do e-Universo** a equipe do **LIneA** organizou, em outubro, uma reunião com a apresentação das atividades realizadas por todos os bolsistas ao longo do ano de 2024, nas áreas de Software, Infraestrutura e Comunicação, Divulgação Científica e Educação. O encontro foi programado para dois dias, acomodando os 19 bolsistas, em apresentações de 10 minutos. Ao acompanhar os resultados apresentados, foi possível constatar a grande contribuição dada pelos bolsistas no desenvolvimento das diversas atividades e tarefas, com impactos positivos nas três frentes de atuação do **LIneA**.

CAPÍTULO 05

EIXOS DE ATUAÇÃO E PRINCIPAIS RESULTADOS DO INCT E-UNIVERSO

O **INCT do e-Universo** atua na produção científica, tecnológica e de inovação, consubstanciada em teses, dissertações, publicações, softwares e plataformas; na cooperação internacional e integração nacional, expressa na participação e presença de diferentes instituições brasileiras, articuladas, no cenário internacional; na educação dos membros, usuários, estudantes e público em geral; e na divulgação científica ativa. São eixos articulados, que se retroalimentam e sustentam o conjunto de resultados do Instituto.

PRODUÇÃO CIENTÍFICA, TECNOLÓGICA E DE INOVAÇÃO

Este eixo envolve os produtos das pesquisas, compreendendo as contribuições para ciência, em teses, dissertações e publicações; as contribuições tecnológicas, que apoiam e impactam a produção científica; além das inovações produzidas a partir das colaborações e apoio do **LIneA**.

Produção Científica

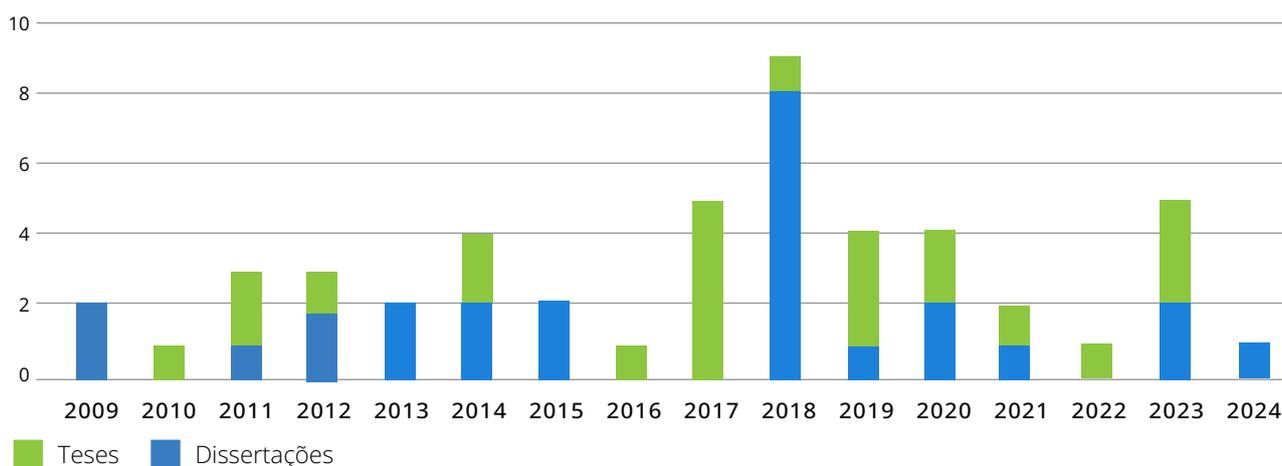
Os projetos científicos apoiados pelo **INCT do e-Universo** geraram dezenas de teses e dissertações e centenas de artigos de impacto e alto índice de citações, nas mais variadas áreas, publicados em revistas, capítulos de livros, sites e outros meios.

Cabe mencionar como exemplo o livro *“The Dark Energy Survey: The story of a cosmological experiment”*¹. O livro conta um pouco da história e captura as várias facetas deste experimento moderno. Com um prefácio do Astrônomo Real Martin J. Rees, a obra é dirigida a cientistas, tomadores de decisão, cientistas sociais e engenheiros, bem como a qualquer pessoa interessada em cosmologia e astrofísica. A equipe do **LIneA** contribuiu com o capítulo 7 intitulado *“DES as a Big Data Machine”*, no qual o portal científico (DES Science Portal, citado anteriormente) desenvolvido pelo **LIneA** é apresentado.

Teses e Dissertações

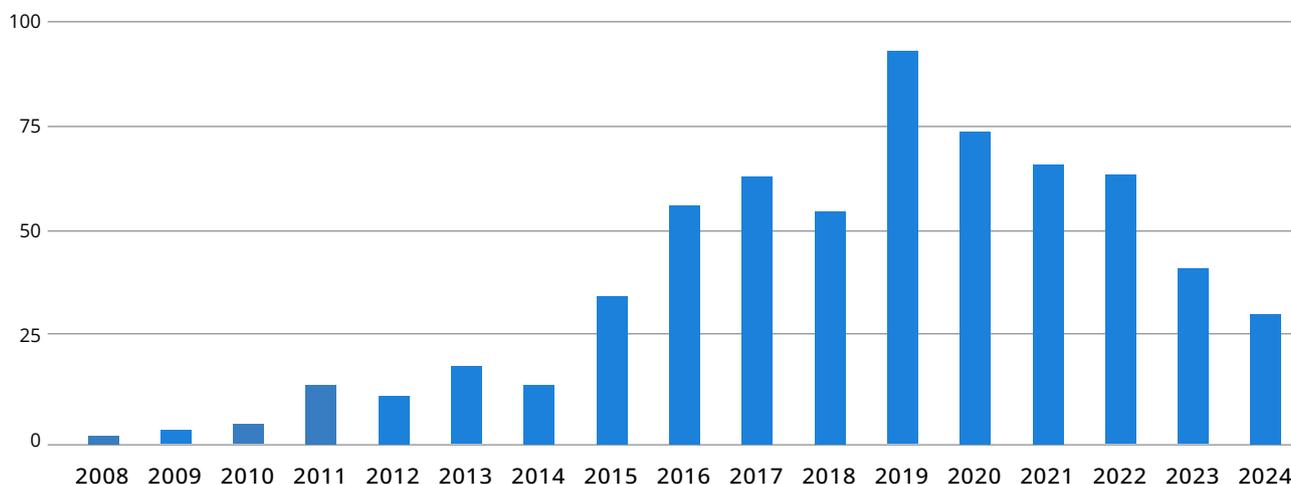
Foram concluídas no âmbito do **LIneA**, entre 2009 e 2024, quarenta e nove dissertações e teses, sendo vinte e seis a partir de 2018, com apoio direto do INCT. O gráfico 11 apresenta essa produção, discriminada por ano.

¹ <https://www.linea.org.br/noticia/the-dark-energy-survey-a-historia-de-um-experimento-cosmologico>

GRÁFICO 11: NÚMERO DE TESES E DISSERTAÇÕES POR ANO


Publicações

Estão computadas 538 publicações fruto do trabalho desenvolvido pelo **LineA**, entre 2008 e 2024, envolvendo revistas de alto fator de impacto², como *Physical Review Journal*³, *Astrophysical Journal*⁴ e *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*⁵. O gráfico 12 mostra essa produção a cada ano.

GRÁFICO 12: NÚMERO DE PUBLICAÇÕES POR ANO


² Fator de impacto é um método bibliométrico para avaliar a importância de periódicos científicos em suas respectivas áreas, que reflete o número médio de citações de artigos científicos publicados em determinado periódico. O fator de impacto é calculado anualmente para os periódicos indexados ao "Instituto de Informação Científica" (do inglês: Institute for Scientific Information - ISI) e, depois, publicado no "Relatório de Citações de Periódico" (do inglês: Journal Citation Reports - JCR)

³ Physical Review é uma das mais respeitadas revistas científicas que publica pesquisas em todos os aspectos da física. Foi fundada em 1893, é publicada desde 1913 pela American Physical Society. <https://journals.aps.org/>

⁴ Astrophysical Journal é um periódico científico fundado em 1895, dedicado a desenvolvimentos, descobertas e teorias em astronomia e astrofísica <https://iopscience.iop.org/journal/0004-637X>

⁵ O Monthly Notices of the Royal Astronomical Society é um dos principais periódicos de pesquisa primária do mundo em astronomia e astrofísica, fundado em 1897. <https://academic.oup.com/mnras>

A tabela 6 detalha as 351 publicações realizadas a partir de 2018, com apoio direto do INCT.

TABELA 6: NÚMERO DE PUBLICAÇÕES A PARTIR DE 2018, POR REVISTAS

REVISTA		NÚMERO DE PUBLICAÇÕES
Astronomy & Astrophysics	A&A	29
Astronomy and Computing	AC	1
The Astronomical Journal	AJ	10
The Astrophysical Journal	ApJ	44
The Astrophysical Journal Letters	ApJL	13
Astrophysical Journal Supplement Series	ApJSS	14
Icarus	Icarus	5
Institute of Electrical and Electronics Engineers	IEEE	1
Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	JCAP	1
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	MNRAS	182
The Open Journal of Astrophysics	OJAp	2
Publications of the Astronomical Society of the Pacific	PASP	1
Physical Review D	PRD	35
Physical Review Letters	PRL	6
The Planetary Science Journal	PSJ	3
Planetary and Space Science	PSS	1
Research Notes of the American Astronomical Society	RNAAS	2
The Trans-Neptunian Solar System	TNSS	1

Produção Tecnológica

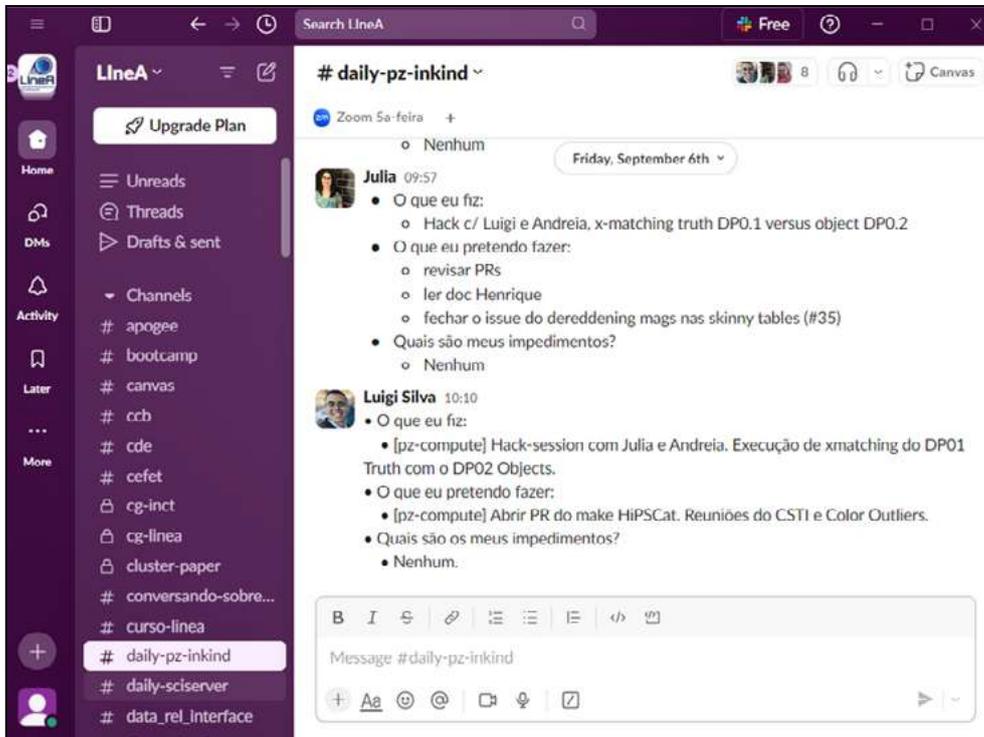
As plataformas científicas e *workflows* desenvolvidos e/ou em desenvolvimento pelo **LineA**, com o apoio do **INCT do e-Universo**, atendem as demandas específicas de grupos e pesquisas realizadas pelos seus membros, assim como da gestão e usuários, e às contribuições acordadas como contrapartidas junto aos projetos internacionais para participação brasileira, chamadas de contribuição *in-kind*.

É importante destacar a implementação de uma acurada gestão de projetos que tem contribuído para o acompanhamento das atividades, definição de requisitos e validação dos produtos desenvolvidos, com incremento da produtividade da equipe, da qualidade dos produtos e processos. Ao longo do tempo, várias ferramentas de gestão de projetos de *software* foram utilizadas para este fim, como Smartsheet, Trello e Jira. Nos últimos anos, a equipe tem adotado o gerenciador de projetos *GitHub Projects* que é integrado aos repositórios onde são feitas a hospedagem e o versionamento dos produtos de *software* gerados pelo laboratório, oferecendo mais agilidade no processo de entrega e implementação contínuas, do inglês CI/CD. Uma pequena equipe de bolsistas foi contratada para colaborar na compilação de requisitos, no planejamento estratégico, tático e operacional, além de acompanhar o progresso do desenvolvimento, atuando como *scrum master* da metodologia *Agile*.

As atividades têm ciclos de planejamento quinzenais (*sprints*), reuniões de revisão semanais e acompanhamento diário assíncrono por meio do aplicativo de mensagens *Slack*. A figura

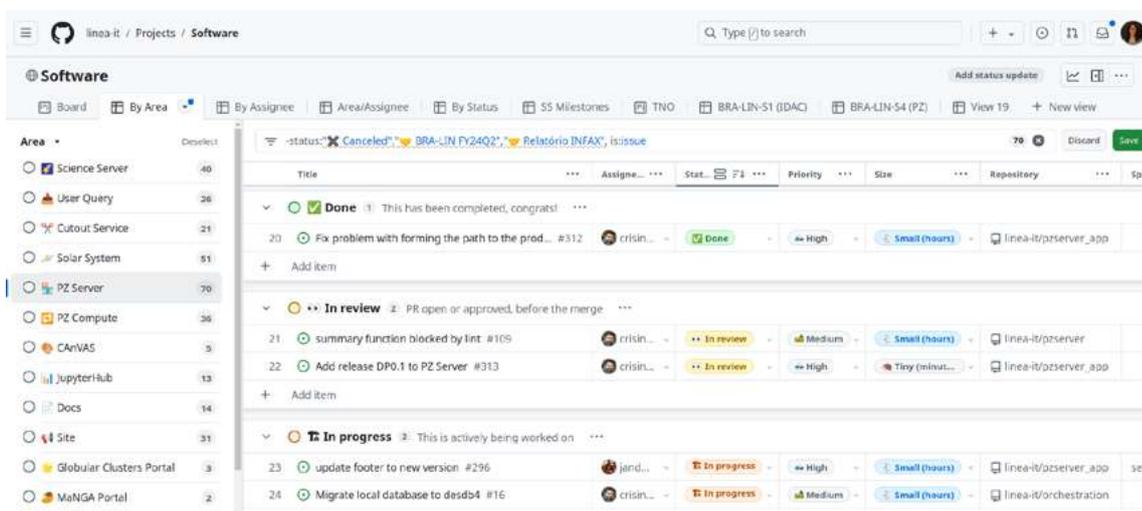
15 apresenta uma captura da tela do sistema *Slack*, usado para a rápida comunicação dos membros do **LIneA** em seus diferentes assuntos separados por canais específicos.

FIGURA 15: CAPTURA DA TELA DO SISTEMA *SLACK* NA COMUNICAÇÃO INTERNA LINEA



A figura 16 ilustra, com captura de uma das telas do *GitHub Projects*, a lista de tarefas classificadas como executadas, em revisão, ou em andamento para um dos projetos monitorados pela ferramenta. Todas as contribuições são revisadas por pares e requerem aprovação para serem incorporadas à versão de produção dos produtos de *software*.

FIGURA 16: CAPTURA DE TELA DO *GITHUB PROJECTS* NO MONITORAMENTO DE PROJETOS LINEA



Desde 2010 o time de TI do LIneA, apoiado nos últimos sete anos pelo INCT, desenvolveu ou está desenvolvendo 11 workflows, 28 projetos de infraestrutura e 16 plataformas

científicas. A lista completa dessa produção tecnológica, com descrição e status de cada um está disponibilizada no site⁶.

Os projetos fazem parte das contribuições previstas nos acordos junto às colaborações ou estão voltados para o funcionamento do centro de dados ou, ainda, foram desenvolvidos para apoiar pesquisadores brasileiros na exploração dos dados. Cabe apresentar os principais *workflows* e plataformas desenvolvidos ao longo dos anos, em cada projeto de colaboração internacional.

DES

São numerosas as contribuições para o DES, listadas e descritas a seguir, que mobilizaram a capacidade e dedicação do time do **LineA**. Este esforço foi reconhecido em cartas encaminhadas ao **LineA** pelo diretor do projeto DES, o responsável pelo gerenciamento de dados do projeto baseado no NCSA, o pesquisador responsável pela câmera DECam baseado no Cerro-Tololo Interamerican Observatory (CTIO), o diretor do CTIO e o diretor do observatório AURA no Chile⁷.

DES – Quick Reduce (CTIO Portal)

A ferramenta Quick Reduce foi disponibilizada no (CTIO), Chile, para avaliar em tempo-real a qualidade das imagens sendo obtidas pela câmera DECam de 540 Megapixels montada no telescópio Blanco de 4-metros construída pelo projeto DES. A utilidade da ferramenta foi reconhecida pelo cientista responsável pela DECam e pelo diretor do AURA responsável pela operação do CTIO, este último solicitando a disponibilização da ferramenta para todos os usuários da DECam.

A figura 17 mostra a captura da tela de entrada do Cerro Tololo Inter-American Observatory (CTIO) no Chile, entre 2013-2019, com acesso à ferramenta Quick Reduce (QR).

FIGURA 17: TELA DE ENTRADA DO PORTAL CTIO DANDO ACESSO AO QUICK REDUCE (QR)

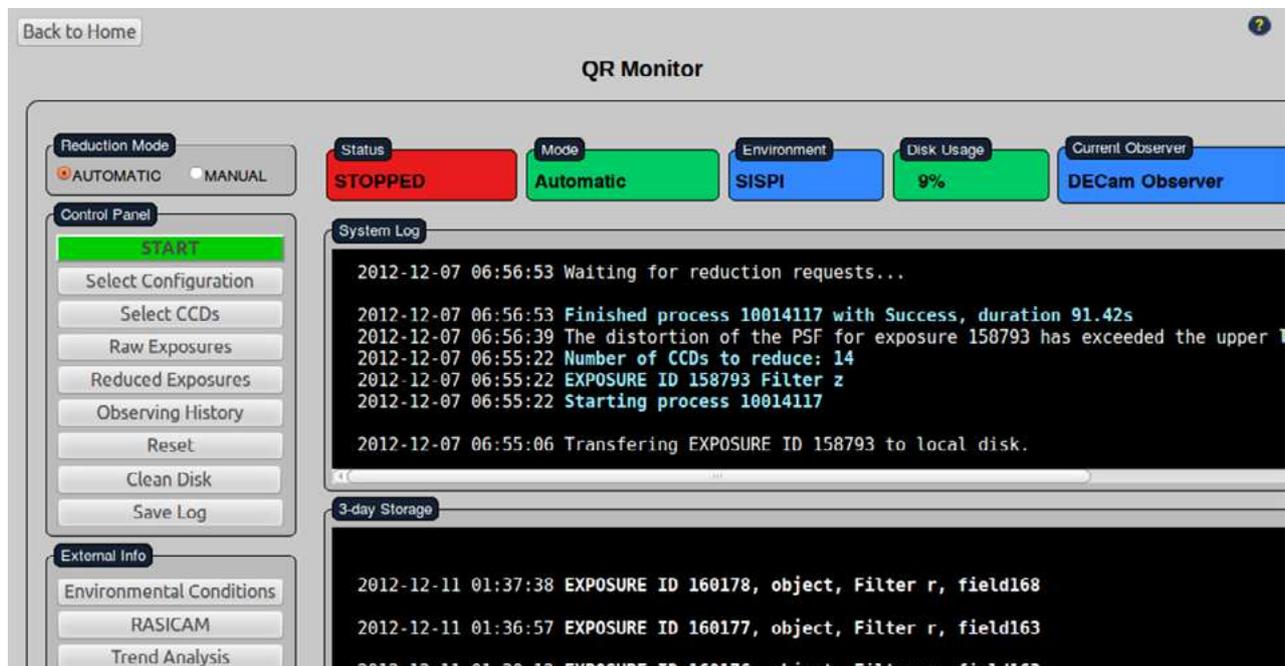


6 <https://www.linea.org.br/projetos>

7 https://www.linea.org.br/admin/wp-content/uploads/2024/08/jfrieman_merged.pdf

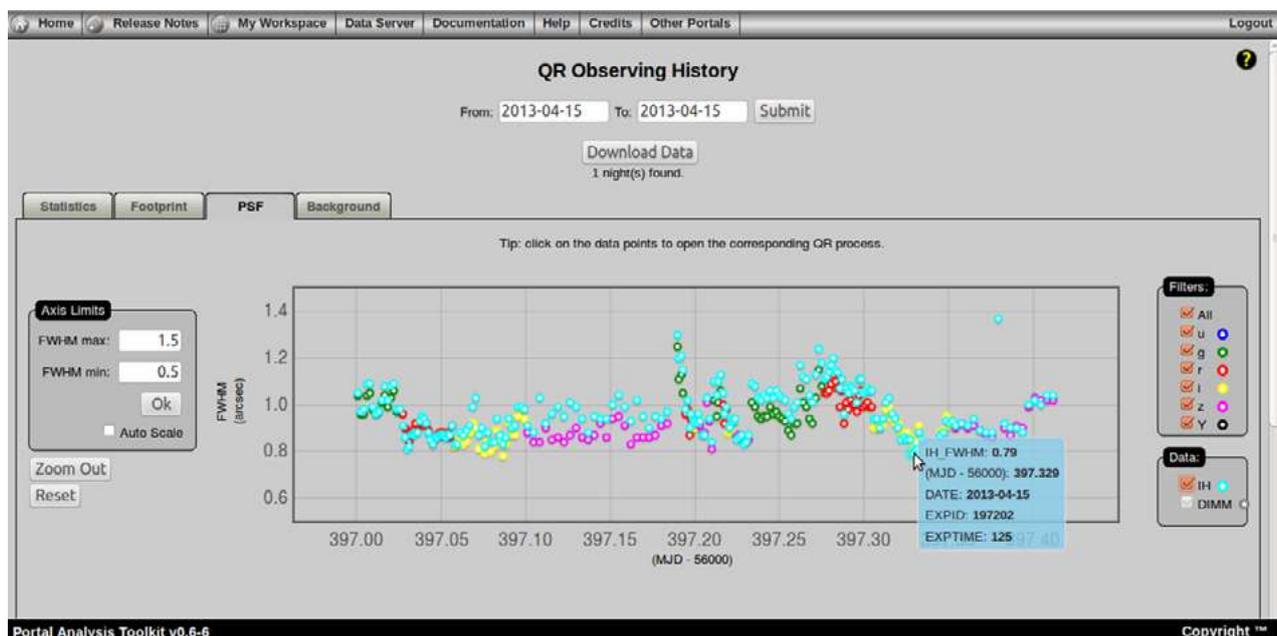
A figura 18 apresenta a captura de tela do “QR monitor”, que mostra o progresso das operações envolvidas no processo de redução das imagens.

FIGURA 18: TELA DO “QR MONITOR”



A figura 19 ilustra, com captura de tela a Interface mostrando a evolução do “seeing” (uma métrica de qualidade das imagens astronômicas relacionada às condições atmosféricas da região no momento da observação) das imagens ao longo da noite para os diferentes filtros representados pelas diferentes cores.

FIGURA 19: INTERFACE COM A EVOLUÇÃO DO “SEEING” DAS IMAGENS PARA OS DIFERENTES FILTROS



DES – LIneA Data Server @ Fermilab

A ferramenta *LIneA Data Server @ Fermilab* foi desenvolvida para avaliar o resultado do processamento das imagens obtidas no *National Center for Supercomputing Applications (NCSA)*. Foi uma evolução da ferramenta QR, com adaptação ao fluxo dos dados estabelecido pelo processo de redução.

A ferramenta, desenvolvida pela equipe de TI do LIneA, foi disponibilizada no Fermilab durante o período de 2013-2017, e serviu de protótipo para o desenvolvimento do LIneA Science Server apresentado a seguir. A figura 20 mostra a captura de tela da primeira implementação para avaliar imagens produzidas pelo *pipeline* de redução operando no NCSA.

FIGURA 20: PRIMEIRA IMPLEMENTAÇÃO DA FERRAMENTA *LIneA DATA SERVER @ FERMILAB*

ID	RA (deg)	Dec (deg)	Photo-z	photo-z err	Original ID (str)	K (mag)	H (mag)
1	388	0.9264	1.2897	0.566818	0.0852499	3017289770	
2	387	0.7952	1.2644	0.460265	0.231988	3017280503	
3	389	1.3089	1.3669	0.481518	0.208143	3017540018	
4	390	2.7155	2.0133	0.405665	0.180494	3017874154	
5	391	2.7188	2.1502	0.541316	0.159598	3017906747	
6	392	3.8595	2.4200	0.459099	0.187477	3018131527	
7	208	4.4734	-1.7338	0.401614	0.169895	3017705015	
8	10	317.9100	-0.1682	0.479305	0.213839	3008111125	
9	7	317.9620	-0.9308	0.529841	0.177343	3019077965	
10	5	317.5240	-0.5770	0.439244	0.232659	3019139843	
11	8	318.1660	-0.7965	0.424489	0.168878	3019095542	
12	6	318.1420	-1.0750	0.519766	0.186055	3018373799	
13	1	317.5350	-1.4572	0.50804	0.207513	3018320212	
14	209	318.5390	0.3266	0.487803	0.189942	3018446164	
15	210	318.7750	0.2687	0.432038	0.163311	3018642301	
16	12	318.3310	-0.0391	0.428662	0.231214	3018620412	
17	11	318.3460	-0.2621	0.424013	0.172286	3018605085	

DES – LIneA Science Server @ NCSA

A ferramenta *LIneA Science Server @ NCSA* foi desenvolvida para visualizar imagens e catálogos gerados pelo grupo *Data Management*, responsável pelo processamento dos dados brutos do levantamento DES. A ferramenta, que incorpora a experiência obtida com a versão original disponível no Fermilab, foi instalada na infraestrutura do NCSA em 2017 e disponibilizada para uso aos membros da colaboração, para acesso a dados proprietários. Disponibilizada também ao público em geral, para acessar os dados em domínio público. A figura 21 apresenta a captura de tela da página inicial da ferramenta, que dá entrada para os diferentes microsserviços.

FIGURA 21: PÁGINA INICIAL DO LINEA SCIENCE SERVER



A interface *Sky Viewer* permite ao usuário visualizar e explorar as imagens do levantamento como um todo e, a partir do qual, ter acesso a imagens individuais de posições selecionadas. A ferramenta utiliza o software Aladdin, desenvolvido pelo Centre de Données astronomiques de Strasbourg (CDS)⁸. A figura 22 apresenta a captura de tela do serviço *Sky Viewer* que mostra a imagem de um levantamento fotométrico como um todo usando a técnica de *hpsimage*, que permite *zoom in* e *out*.

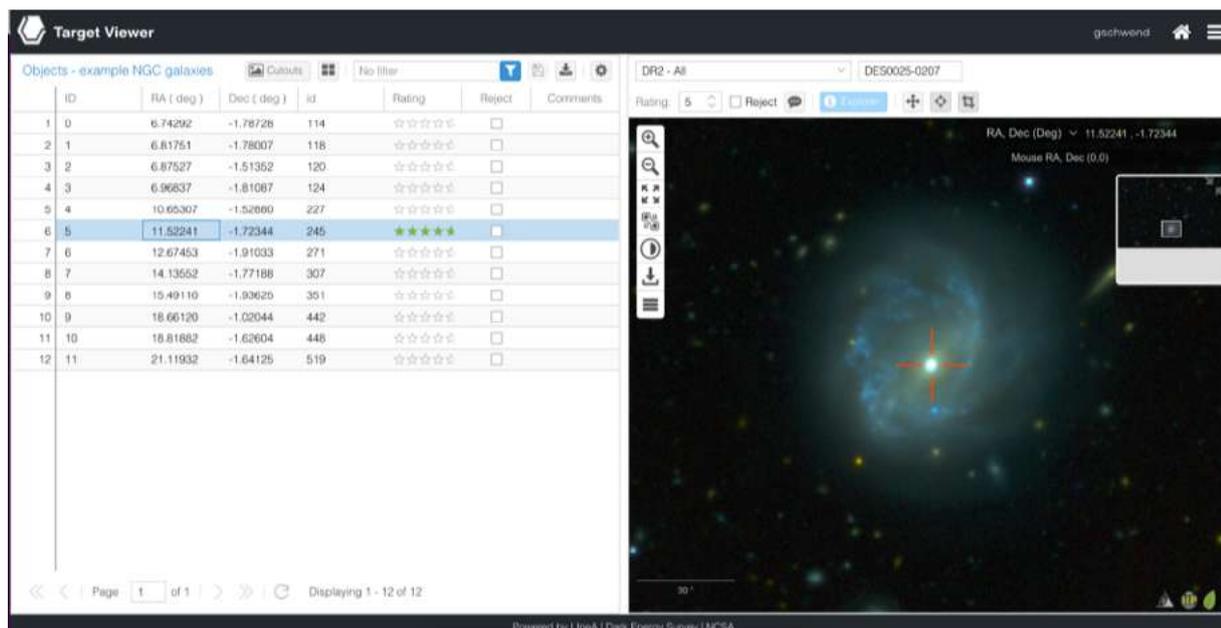
FIGURA 22: CAPTURA DE TELA DO SERVIÇO SKY VIEWER



A interface *Target Viewer* permite visualizar objetos individuais nas imagens, o que é crítico para a exploração científica. A figura 23 apresenta uma captura de tela do serviço *Target Viewer* com a lista, que pode ser produzida de diferentes formas, para seleção das imagens dos objetos relacionados.

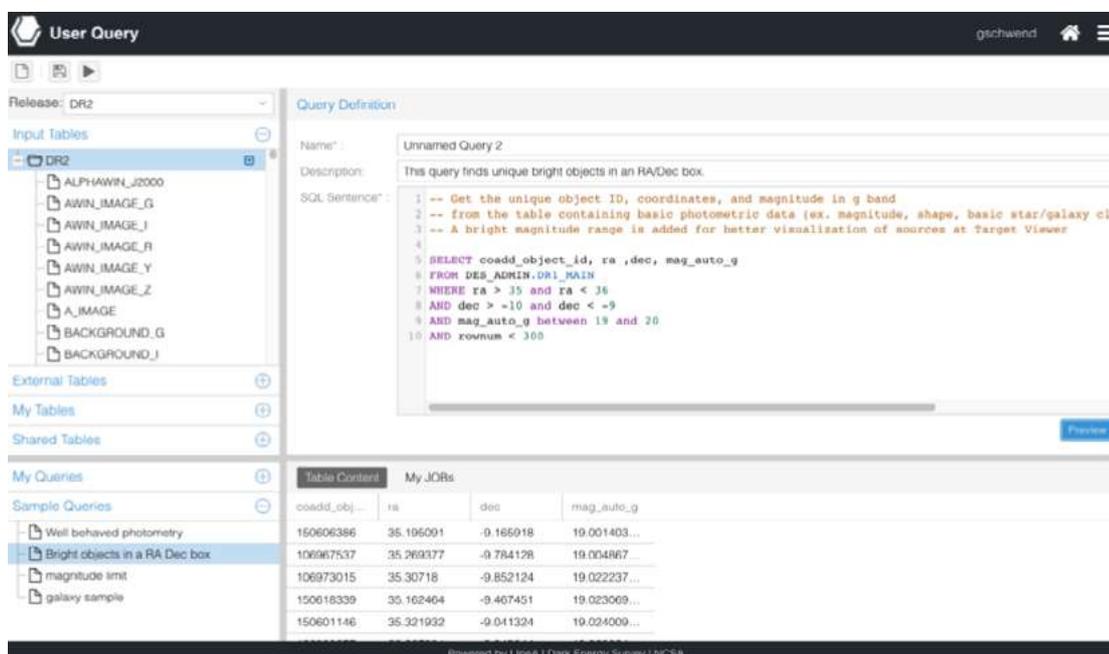
⁸ <https://cds.unistra.fr/fr/>

FIGURA 23: CAPTURA DE TELA DO SERVIÇO TARGET VIEWER



A interface *User Query* permite fazer consultas ao banco de dados contendo informações sobre os objetos detectados nas imagens mantidas pelo **LineA**. A figura 24 apresenta uma captura de tela da interface *User Query* disponível na versão do *LineA Science Server* no NCSA, integrada ao banco de dados Oracle.

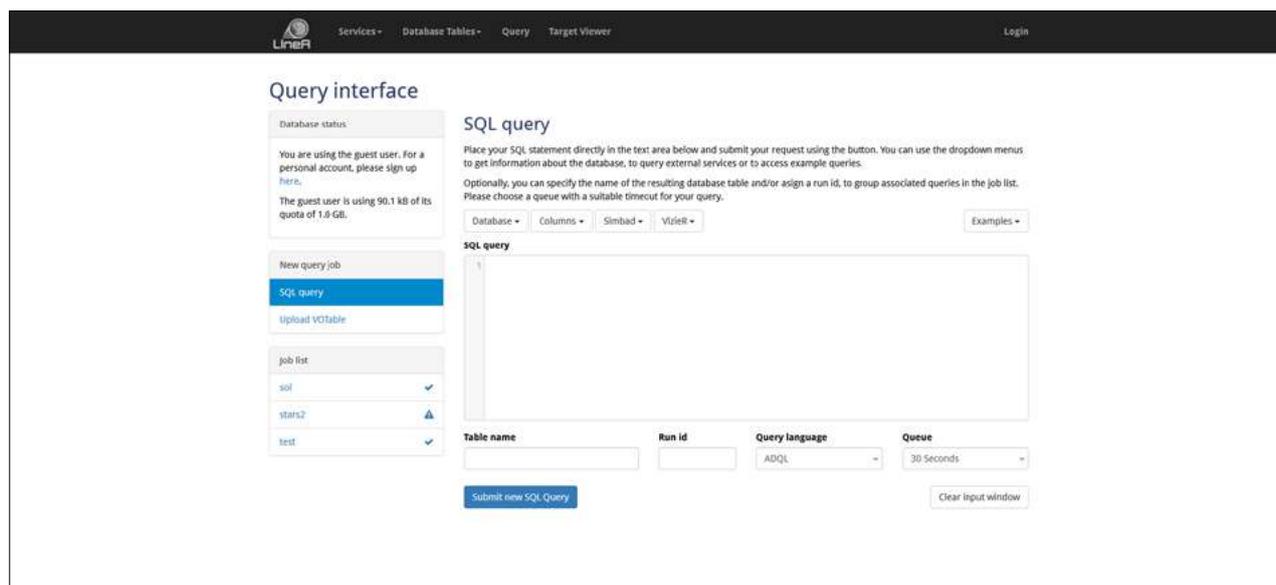
FIGURA 24: CAPTURA DE TELA DO SERVIÇO USER QUERY



No total, o Science Server no NCSA contou com mais de 600 usuários registrados e, ao longo dos anos, foi acessada mais de 5000 vezes. Em agosto de 2024, o NCSA encerrou a operação do seu repositório e uma nova versão do *LineA Science Server* acaba de ser desenvolvida e instalada localmente no *LineA*.

A nova versão está aberta a toda a comunidade astronômica, dando acesso aos acervos de dados do DES, GAIA e 2MASS, um serviço único no Brasil. Ela foi desenvolvida para operar com o banco de dados Postgres do LIneA, e não no banco de dados Oracle, usado no NCSA, adaptando a plataforma Daiquiri usada pelo projeto GAIA e desenvolvido no Leibniz Institute for Astrophysics Potsdam (AIP)⁹. A figura 25 apresenta uma captura de tela da nova versão da interface User Query disponível no LIneA Science Server.

FIGURA 25: CAPTURA DE TELA DA NOVA VERSÃO DO SERVIÇO USER QUERY



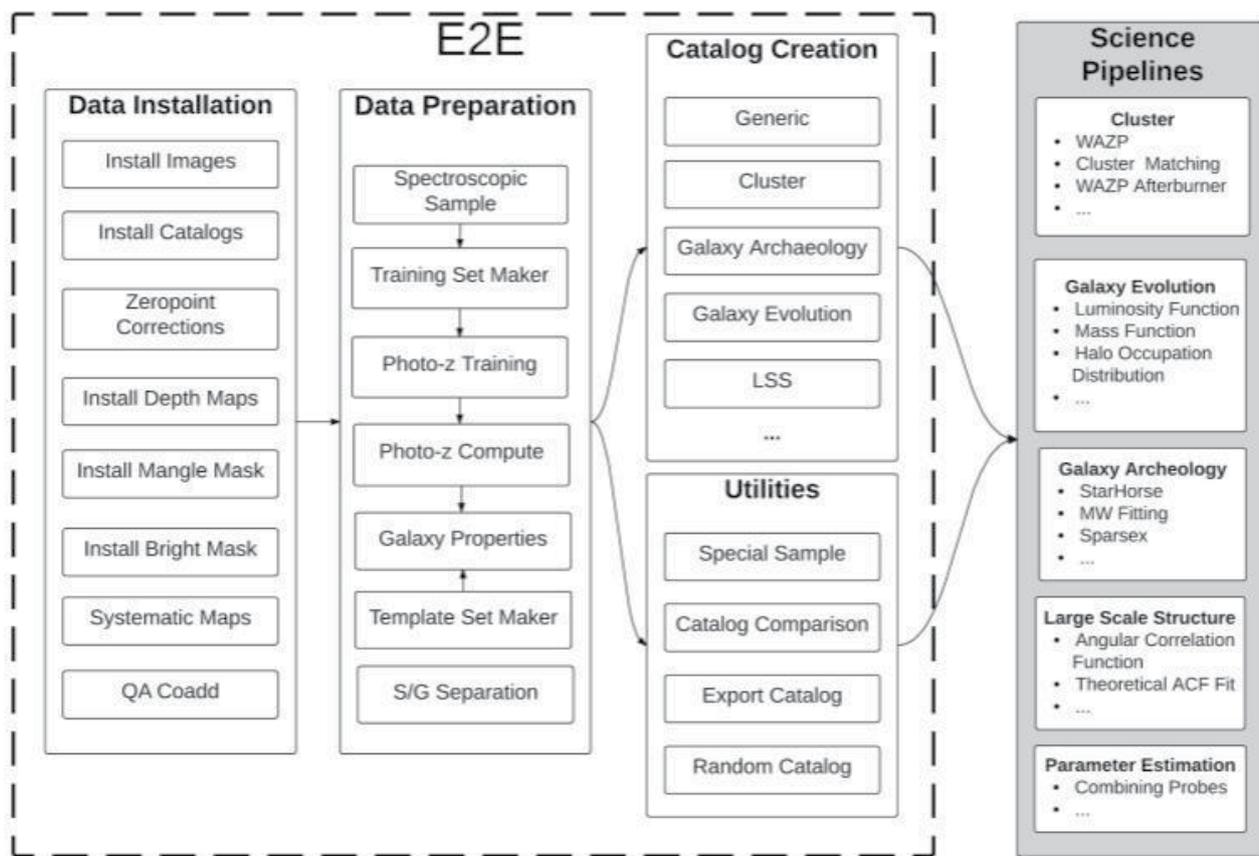
DES Science Portal

O DES Science Portal foi concebido logo após a entrada do Brasil no projeto DES e é um dos projetos mais ambiciosos realizados pelo time de TI do **LIneA**. Baseado na experiência adquirida nos primeiros projetos de levantamento usando câmeras grande-angular no final da década 90, o portal foi desenhado para evitar as dificuldades de processar e analisar grandes volumes de dados por uma longa cadeia de processos. Além disso, atende à necessidade de registrar a proveniência dos dados utilizados e as condições em que cada produto foi gerado, a fim de garantir a reprodutibilidade dos resultados, princípio fundamental do método científico, essencial para projetos de longa duração com um grande número de colaboradores.

Esta visão é apresentada em diagrama na figura 26, com os vários estágios do processamento a partir do catálogo de objetos extraídos das imagens, culminando em catálogos prontos para serem consumidos por workflows especializados para cada tipo de análise científica (workflows para diferentes análises científicas como: Large Scale Structure, Galaxy Clusters, Weak Lensing, Galaxy Evolution, Galaxy Archaeology e Quasi Stellar Objects).

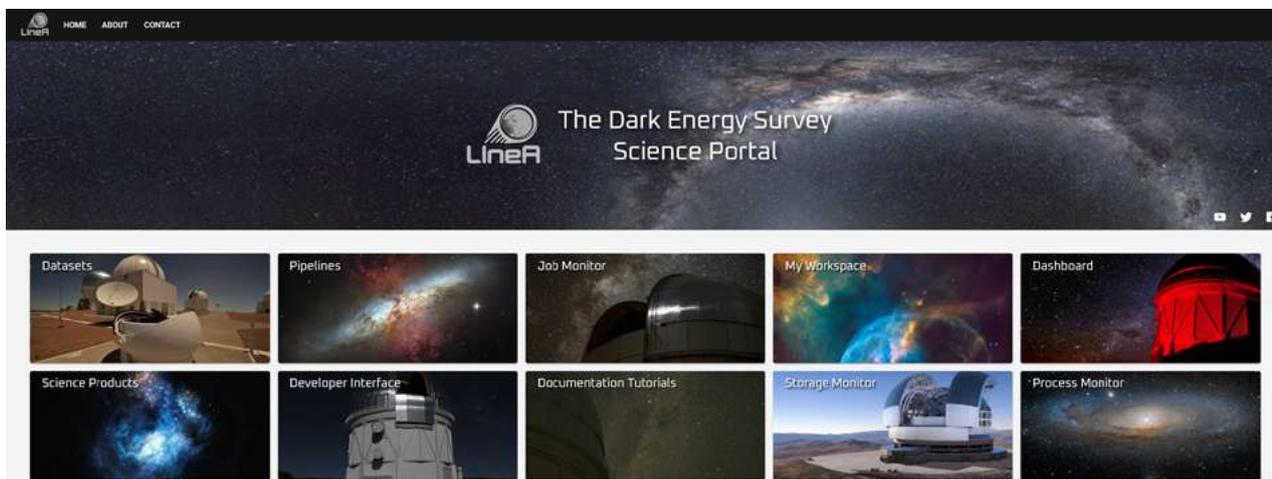
⁹ <https://www.aip.de/en/>

FIGURA 26: VISÃO GLOBAL DOS PROCESSOS ENVOLVIDOS NA ANÁLISE CIENTÍFICA DOS DADOS DE UM LEVANTAMENTO FOTOMÉTRICO



O portal científico DES integra todos os serviços e workflows a serem usados neste processamento de ponta-a-ponta, facilmente acessíveis via uma interface web. A figura 27 mostra uma captura de tela da página de entrada do portal dando acesso aos vários serviços integrados ao portal.

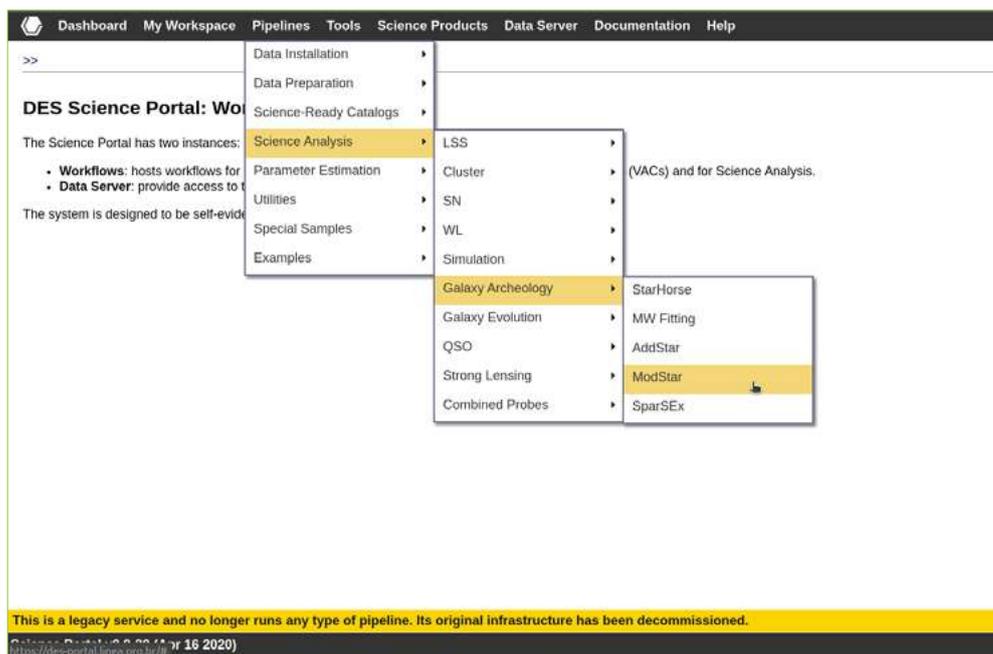
FIGURA 27: CAPTURA DE TELA DA PÁGINA DE ENTRADA DO DES SCIENCE PORTAL



A interface permite o acesso aos pipelines disponíveis para cada etapa do processo de ponta-a-ponta. A grande vantagem desta solução está no sistema que registra no banco de dados cada processo. São geradas informações sobre os dados de entrada, as configurações usadas, o produto e, por fim, um relatório descrevendo o resultado do processo para posterior análise. Outra vantagem da plataforma é isolar o usuário dos problemas de localizar dados de entrada e as configurações a serem usadas para cada pipeline, além de ter todos os processos executados pela ferramenta registrado.

A figura 28 apresenta uma captura de tela da interface de acesso com exemplo de pipeline desenvolvido para identificar aglomerados de galáxias.

FIGURA 28: CAPTURA DE TELA DA INTERFACE DE ACESSO DO DES SCIENCE PORTAL



Os registros de cada processo no banco de dados permitem criar um dashboard, mostrando todos os processos executados pelo portal. Para cada estágio da cadeia é possível ter um histórico completo de como diferentes produtos foram gerados, avaliá-los e comparar resultados obtidos, a partir de diferentes configurações. Isso facilita a exploração científica, tendo em vista a complexidade dos processos e o grande número de opções na escolha dos parâmetros usados nas configurações. Igualmente importante, esses resultados podem ser acessados a qualquer momento por colaboradores e as informações sobre os processos envolvidos na sua criação examinados.

A figura 29 mostra uma captura de tela do dashboard associado ao DES Science Portal, listando para cada estágio os pipelines executados, indicando a data da execução, a duração, o número de vezes que foi rodado e o status. Processos antigos também podem ser acessados por esta interface.

FIGURA 29: CAPTURA DE TELA DO DASHBOARD ASSOCIADO AO DES SCIENCE PORTAL

The screenshot shows the 'DES Science Portal Dashboard' with several sections:

- Release:** Y5A2, **Dataset:** Y5A2 GOLD SMALL
- Data Preparation:** A table listing pipelines like 'SG Separation', 'Depth Map', 'Spectroscopic Sample', etc., with columns for Start, Duration, Runs, and Status.
- Science Workflows:** A table listing pipelines like 'Starhorse', 'MW Fitting', 'AddStar', 'WAZP', 'ModStar', and 'SpherSEX'.
- Parameter stimulation:** A section for utilities like 'Catalog Comparison', 'Concatenate Fields', 'Download Tool', 'Export Table', and 'Upload'.
- Science-ready Catalogs:** A table listing pipelines like 'VAC Cluster'.

A partir do dashboard também é possível recuperar toda sequência de pipelines anteriores executados, que deram origem aos dados de entrada para o processo, sendo consideradas suas respectivas configurações. Isto pode ser visto na figura 30, que mostra uma captura de tela de uma execução do processo WaZP, usado para identificação de aglomerados de galáxia, apresentando informações sobre como o catálogo de galáxias usado foi criado, como o redshift fotométrico foi calculado, qual algoritmo foi usado, com que amostra de treinamento.

FIGURA 30: CAPTURA DE TELA DA INTERFACE DO DASHBOARD ASSOCIADO AO DES SCIENCE PORTAL

The screenshot shows the 'Provenance' window with a tree view of processes and a corresponding table:

Name	Process ID	Product log	Comments
WAZP	6982		
VAC Cluster	6981		
Product Register	6634		
Photo-z Compute by Balanced Files	6978		
Photo-z Training	6977		
Training Set Maker	6645		
Product Register	6634		
Spectroscopic Sample	6315		
Product Register	6634		
Product Register	6634		

O progresso do desenvolvimento do portal foi avaliado ao longo de 8 anos, em revisões anuais feitas por um painel de pesquisadores/tecnologistas indicados pelo diretor do projeto DES. Em particular, o relatório produzido pelo painel em 2010 comenta:

“The system is actually much more than a Science Portal, it is a comprehensive, web-based eScience Analysis Center for the Dark Energy Survey Collaboration. It is designed to be very general, and allow the sharing of code, data, and results of analysis world-wide, in a virtual environment. We don't know that anything quite like it exists yet. It is forward-looking and ambitious.”

Um resumo do trabalho realizado pelo **LineA** pode ser encontrado no capítulo *Building the Dark Energy Survey seção “DES as a Big Data Machine Part II”* do livro *“The Dark Energy Survey: The Story of a Cosmological Experiment”*¹⁰ publicado pela colaboração DES.

SDSS

Diferentemente do projeto DES, no qual o desenvolvimento de software serviu como contrapartida para a participação brasileira, o desenvolvimento de software para o SDSS buscou atender as necessidades de pesquisa dos cientistas brasileiros envolvidos no projeto MaNGA. O SDSS observou da ordem de 10.000 galáxias próximas utilizando pacotes de fibra óptica que geram cubos de dados, onde a terceira dimensão é o espectro obtido por cada fibra na posição sobreposta na galáxia. Isso permite estudar de uma só vez sua distribuição de luminosidade e química, bem como suas propriedades cinemáticas. O desafio encontrado é como poder visualizar os resultados obtidos da análise de dados de uma forma adequada. Para isso foi desenvolvido o portal MaNGA¹¹, em uma estreita colaboração entre a equipe científica envolvida no projeto e o time de TI do **LineA**. A figura 31 apresenta uma captura de tela na página de entrada do portal.

FIGURA 31: CAPTURA DE TELA NA PÁGINA DE ENTRADA DO PORTAL MANGA

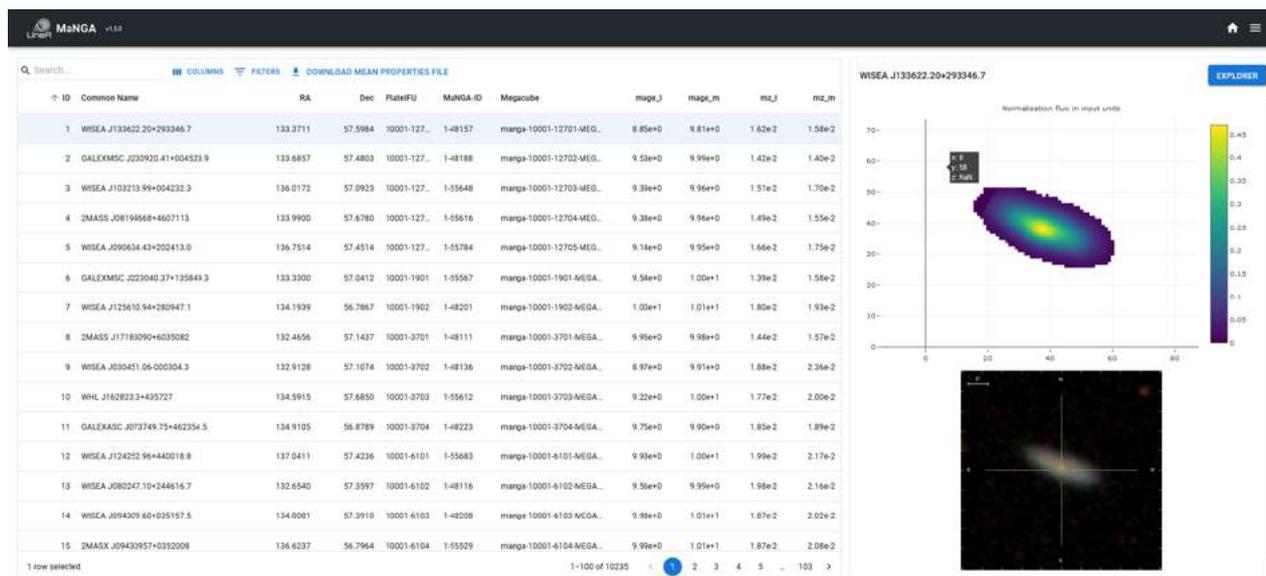


O portal dá acesso ao usuário à compilação dos resultados obtidos com a análise de cada cubo de dados, listando informações sobre o objeto observado e o mapa da intensidade do fluxo (normalizado) observado, além de uma imagem do objeto extraído de um banco de dados para referência. A figura 32 ilustra com uma captura de tela, que mostra a lista de todos os cubos analisados (à esquerda) e o mapa de intensidade do fluxo como observado pelo instrumento (em cima à direita) e uma imagem disponível do objeto (embaixo à direita).

10 https://www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/q0247?srsltid=AfmBOoogmKuH2wrVANtQtyl25CnryTo-gET9y9voU7Vc_-2mhw5SZTi8w#t=aboutBook

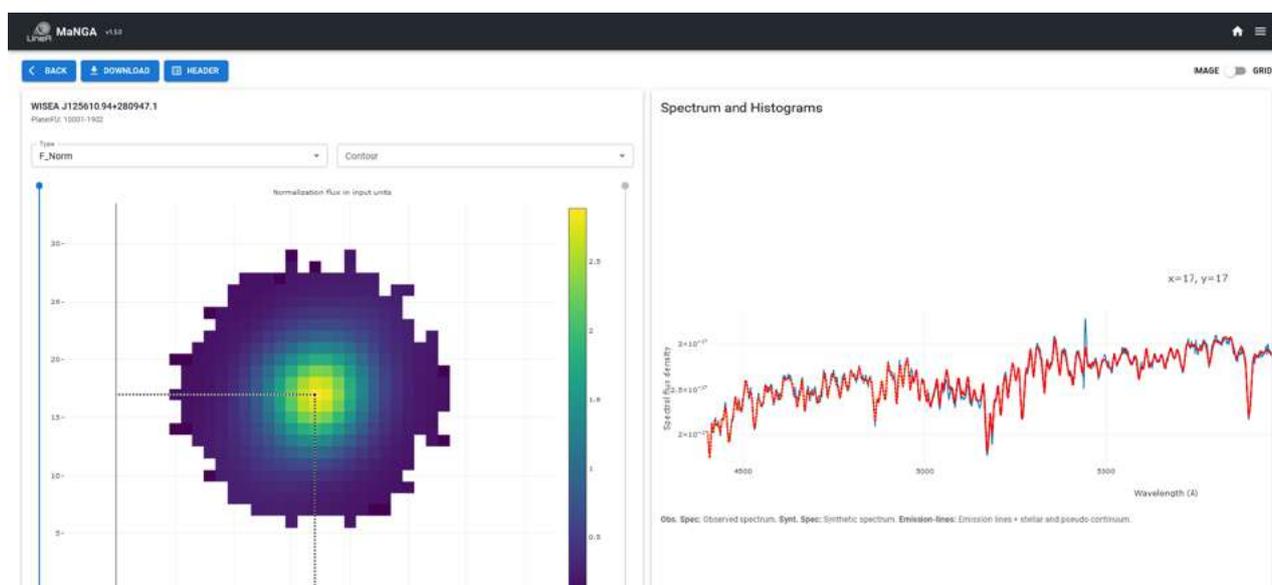
11 <https://manga.linea.org.br/>

FIGURA 32: CAPTURA DE TELA DO PORTAL MANGA COM LISTA DOS CUBOS ANALISADOS, MAPA DE INTENSIDADE E IMAGEM REFERÊNCIA DO OBJETO



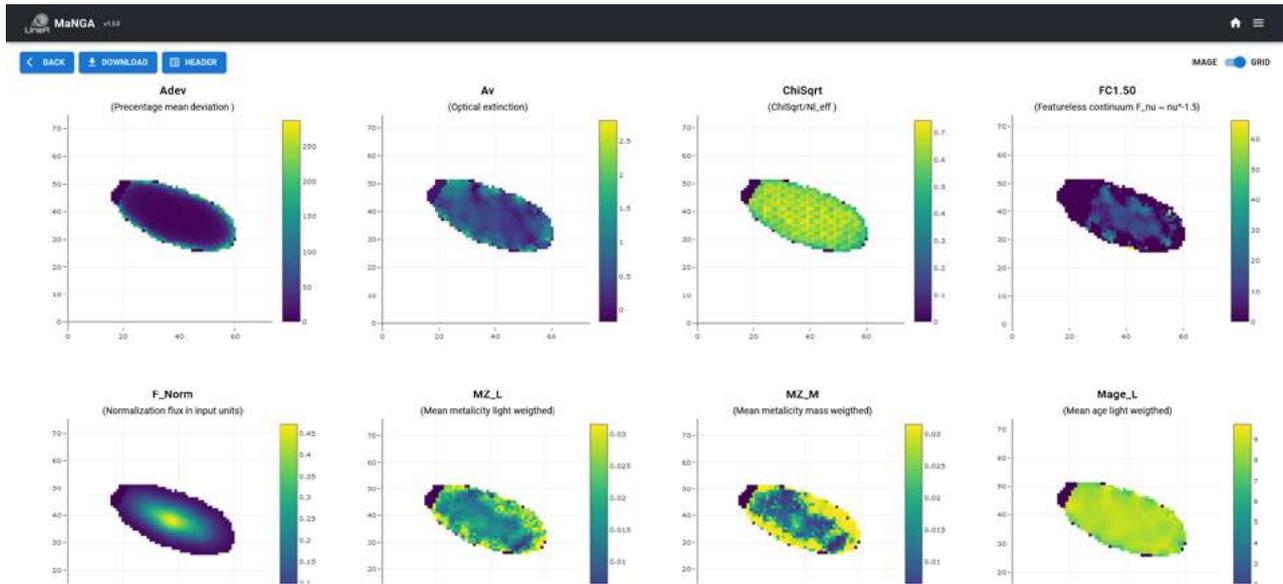
Mais detalhes sobre os resultados podem ser obtidos selecionando o botão explorer que dá acesso a tela apresentada na figura 33, na qual pode ser visto, à esquerda, um mapa de intensidade de uma das 75 quantidades calculadas pela análise do espectro, que é mostrado à direita, correspondente à localização.

FIGURA 33: CAPTURA DE TELA DO PORTAL MANGA COM MAPA DE INTENSIDADE DOS VÁRIOS PARÂMETROS CALCULADOS A PARTIR DO ESPECTRO OBSERVADO EM CADA FIBRA



Finalmente, uma forma de ter uma visão global de todos os resultados, inclusive separando as propriedades da componente estelar da componente gasosa, o usuário pode selecionar a visão grande ilustrada na figura 34, na qual 75 mapas de intensidade, para todas as quantidades de interesse, são apresentadas.

FIGURA 34: CAPTURA DE TELA DO PORTAL MANGA COM MAPAS DE INTENSIDADE PARA AS 75 QUANTIDADES DERIVADAS A PARTIR DA ANÁLISE DOS CUBO DE DADOS PARA UMA DAS GALÁXIAS OBSERVADAS



DESI

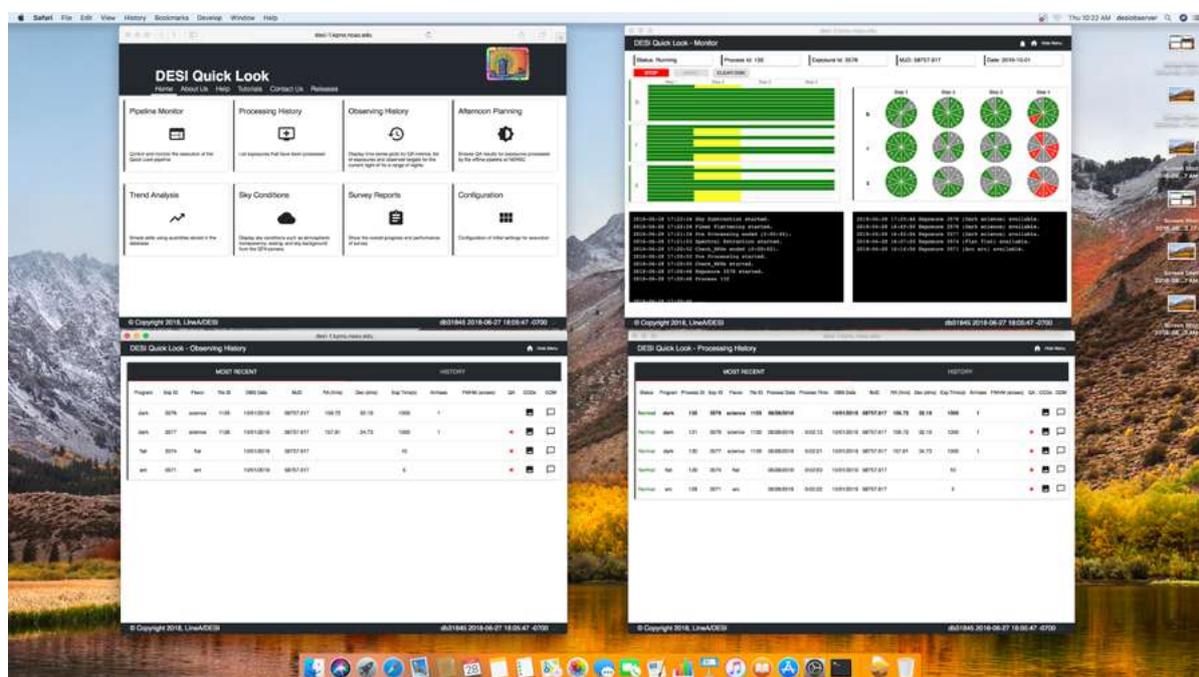
Pelo reconhecimento sobre o trabalho feito com a ferramenta Quick Reduce e por recomendação de pesquisadores do projeto DES, o **LineA** foi convidado pela equipe do DESI para desenvolver um protótipo da ferramenta que seria usada para avaliar a qualidade dos espectros obtidos pelo instrumento usado pelo projeto.

O **LineA** aceitou o desafio e desenvolveu a ferramenta Quick Look Framework (QLF) para processar os 15 mil espectros de forma paralelizada e conduzir os testes propostos pela colaboração, além de outras funções administrativas para facilitar o observador.

Trata-se de uma das ferramentas mais complexas desenvolvidas pelo time de TI do **LineA** e foi avaliada como uma contribuição de USD 400.000,00, na forma de 2 vagas de pesquisador principal e 4 vagas para jovens pesquisadores.

O QLF foi testado, em 2018, no telescópio de 4-metros Mayall em Kitt Peak, Arizona, quando foram realizadas observações simuladas para o projeto DESI. A figura 35 apresenta uma captura de tela realizada durante os testes, mostrando a página de entrada que permite acesso aos diferentes serviços, o monitor que permite acompanhar o progresso das reduções correspondendo a 5000 espectros obtidos em um das três regiões espectrais cobertas pelo sistema, informações sobre o histórico das observações e das reduções.

FIGURA 35: CAPTURA DE TELA DO QUICK LOOK FRAMEWORK (QLF) COM OS DIFERENTES SERVIÇOS IMPLEMENTADOS NA PLATAFORMA DISPONÍVEIS AO USUÁRIO DURANTE AS OBSERVAÇÕES



TON

Diferente das outras colaborações científicas, com as quais o **LineA** negociou a entrada de pesquisadores brasileiros, a colaboração TON já existia há algum tempo quando solicitou o apoio técnico do laboratório. A necessidade desse apoio técnico parte da perspectiva de entrada em funcionamento do LSST, com previsão de enorme aumento no número de asteroides detectados por este projeto, significa grande oportunidade de crescimento de eventos de ocultação. No entanto, para isso é necessário ter ferramentas capazes de estimar com precisão a ocorrência desses eventos para um grande número de projetos. O Portal de Sistema Solar do **LineA** foi desenvolvido para esse objetivo, em várias camadas, tanto para processamento quanto para acesso. Além da produção das previsões em si, existem serviços para a manutenção local de vários catálogos, com informações atualizadas de objetos do Sistema Solar, a contínua geração de mapas para melhorar a experiência do usuário, dentre outros. A infraestrutura de acesso e dashboards habilita rodadas, inspeção e administração dos processos e uma infraestrutura de autenticação de usuários. Do ponto de vista de acesso o LineA Occultation Prediction Database hospeda todos os resultados de previsões produzidos pelo portal, e disponibiliza por meio de uma interface pública esses resultados à comunidade em geral.

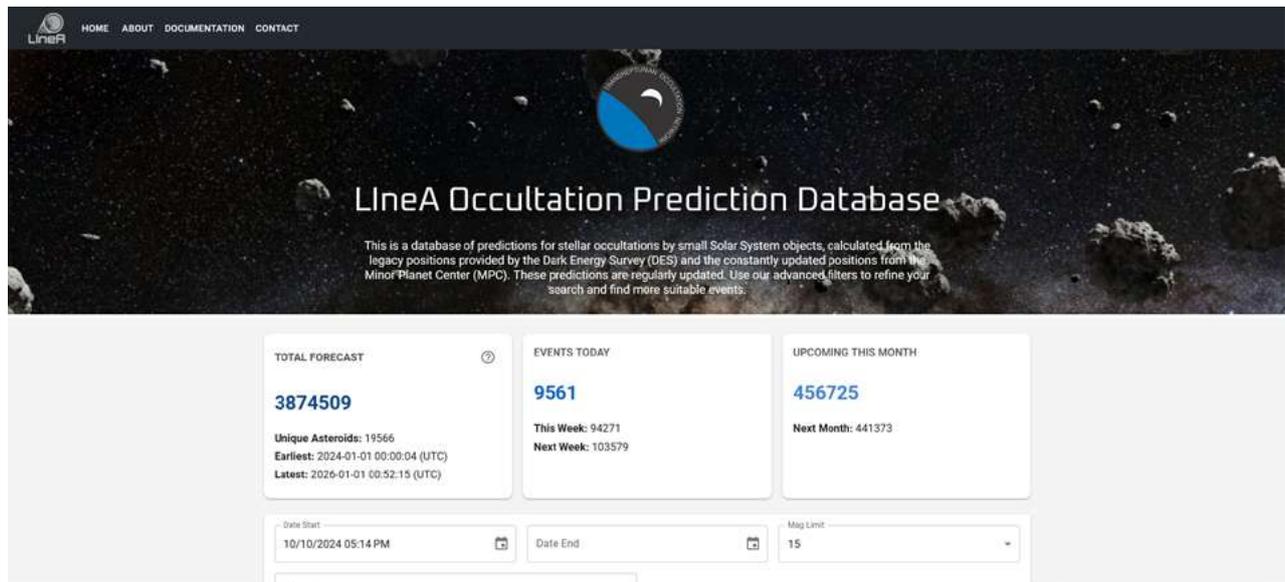
O portal¹², constante e automaticamente atualizado, prevê todos os eventos futuros de ocultação para o período escolhido, normalmente de um ano, a partir do dia acessado. Para cada evento listado, detalhes podem ser obtidos clicando no evento de interesse que abre a tela com informações sobre a ocultação, que podem ser usadas por astrônomos

12 <https://solarsystem.linea.org.br/>

profissionais e amadores em campanhas observacionais. O tipo e localização do evento podem ser selecionados aplicando os vários filtros disponíveis na ferramenta.

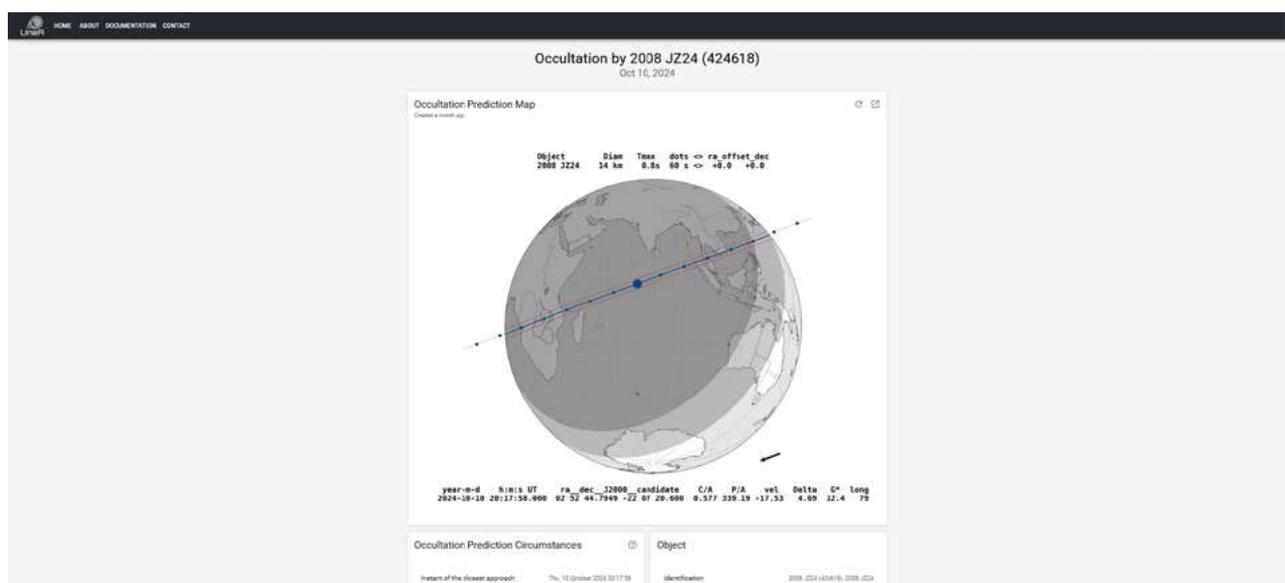
A figura 36 apresenta uma captura da tela principal do serviço LineA Occultation Production Database, que lista todos os eventos de ocultação para algumas classes (e.g. TNOs, KBOs) de objetos do Sistema Solar.

FIGURA 36: CAPTURA DA TELA PRINCIPAL DO SERVIÇO LINEA OCCULTATION PRODUCTION DATABASE



A figura 37 apresenta uma captura de tela com detalhes sobre evento de ocultação selecionado pelo usuário, que pode ser usado para preparar campanhas observacionais.

FIGURA 37: CAPTURA DA TELA DO LINEA OCCULTATION PRODUCTION DATABASE



Com a infraestrutura já desenvolvida até agora, o Portal de Sistema Solar do **LineA** já é capaz de ajudar a atingir um dos objetivos estabelecidos no *roadmap* científico da colaboração do Sistema Solar do LSST (LSST-SSSC), qual seja produzir ciência através de ocultações estelares. A plataforma possui o respaldo científico e também a infraestrutura de HPC necessária para apoiar o desafio científico do cálculo de previsões para milhões de objetos do Sistema Solar, em um ritmo constante e com atualizações frequentes.

Após sete meses de operação, o portal tem tido um grande impacto na comunidade nacional e internacional, totalizando 740 usuários ativos, com maior participação dos Estados Unidos e Brasil. Destes, 135 voltam com recorrência para utilizar o portal. Algumas métricas estão listadas abaixo.



~25mil
PREDIÇÕES
POR DIA



151
CIDADES



29
PAÍSES



5
CONTINENTES (EXCETO
ÁFRICA)



55%
TAXA DE ENGAJAMENTO



7min
(~20 BRASIL)
TEMPO MÉDIO DE ENGAJAMENTO

Mirando nesse objetivo, a equipe **LineA** planeja a reabilitação do serviço de refinamento de órbitas, para reduzir a dependência com serviços externos que produzem parte dos dados de entrada necessários para as previsões. Isso significa armazenar localmente todas as posições conhecidas e produzir as efemérides planetárias localmente, fazendo rapidamente o uso das informações disponibilizadas pelo observatório Vera Rubin via MPC. Nesse sentido foram estabelecidos acordos com o MPC e já obtido em estágio completo e operacional um espelho local do banco de dados, com todas as posições de pequenos corpos instantânea e continuamente atualizadas. O intento é, expandindo a capacidade de análise dos dados do MPC/LSST, unir as posições de pequenos corpos legadas do Dark Energy Survey (DES), que o **LineA** também é depositário, em combinação com outros serviços com o Sky Body Tracker (SkyBoT), ligado ao estudo do Sistema Solar oferecido pelo Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Ephémérides (IMCCE). (Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Ephémérides, IMCCE).

Ainda, com o foco na comunidade em geral, mas com atenção especial aos entusiastas da astronomia, está sendo disponibilizado um serviço de subscrição, que permite ao usuário configurar diversos filtros para previsão e receber seus eventos de maior interesse, em uma frequência semanal ou mensal. Com parâmetros adicionais àqueles presentes nos detalhes gerais da ocultação que estarão vinculados aos seus sítios observacionais, como por exemplo a elevação do evento no horizonte. Esse serviço dá ao usuário a comodidade de sempre ter à mão as melhores oportunidades de fazer ciência ou de colaborar com cientistas mundo afora, especialmente na era de dados do LSST.

Atualmente a versão de acesso público possui predições de eventos de ocultação para todos os TNOs e Centauros conhecidos para o período de no mínimo um ano no futuro e já conta com milhares de acessos. Está preparada para receber os dados do LSST, por meio de colaboração com a Universidade de Washington e apoio do The Minor Planet Center (MPC), permitindo a criação de um espelho local desse banco de dados de pequenos corpos. O MPC acrescentará ao seu banco todas as descobertas de objetos realizadas pelo LSST, permitindo constantemente atualização das predições tanto para corpos já conhecidos como para os novos.

Outra atividade importante a ser mencionada no conjunto de atividades do TON é o projeto *A web interface based on SORA – Stellar Occultation Reduction and Analysis*, responsável pela criação do software *OccultIN*. Aprovado com um financiamento de 20 mil dólares, foi financiado pela *Heising Simons Foundation via Las Cumbres Observatory* e gerido pelo **LineA**. O objetivo principal desta iniciativa foi a criação de uma interface web que facilitasse o uso da biblioteca SORA, uma ferramenta que permite a análise de ocultações estelares. A interface foi projetada para ser acessível tanto a astrônomos profissionais quanto a amadores, promovendo a ciência cidadã e permitindo a análise de dados com maior rapidez e eficiência.

Devido à demanda de desenvolvedores, esse projeto inaugurou a busca de parcerias com o setor privado para terceirizar parte da carga de desenvolvimento. A execução do projeto envolveu a contratação de dois desenvolvedores *full stack*, financiados por meio de bolsas fornecidas pelo projeto, que colaboraram com a equipe científica do SORA. Este financiamento permitiu, ainda, a contratação de dois bolsistas de Iniciação Científica, de ciências exatas e da computação, para o treinamento do desenvolvimento de software e documentação científica. O cronograma seguiu marcos bem definidos, como o design da infraestrutura do *back-end* e da interface, seguido pela implementação dos módulos de predição de ocultações e análise de curvas de luz. A interface passou por testes e ajustes em várias fases, para garantir sua funcionalidade e acessibilidade, com foco na previsão de eventos e na análise precisa de formas e características dos corpos ocultantes.

No final do projeto, o produto foi revisado por um comitê externo, que forneceu feedback sobre a usabilidade e possíveis melhorias. O código é disponibilizado publicamente via Github¹³, garantindo que a interface possa ser utilizada e aprimorada pela comunidade em geral. O projeto foi concluído com sucesso, cumprindo seus objetivos e representando mais um avanço para a ciência cidadã.

LSST

Como parte do acordo com o Rubin Observatory, o **LineA** está desenvolvendo várias plataformas para gerar produtos científicos avançados a serem compartilhados com a colaboração e ferramentas de apoio que ficarão disponíveis para uso do IDAC. Os principais estão descritos a seguir.

¹³ <https://github.com/linea-it/occultation-hs>

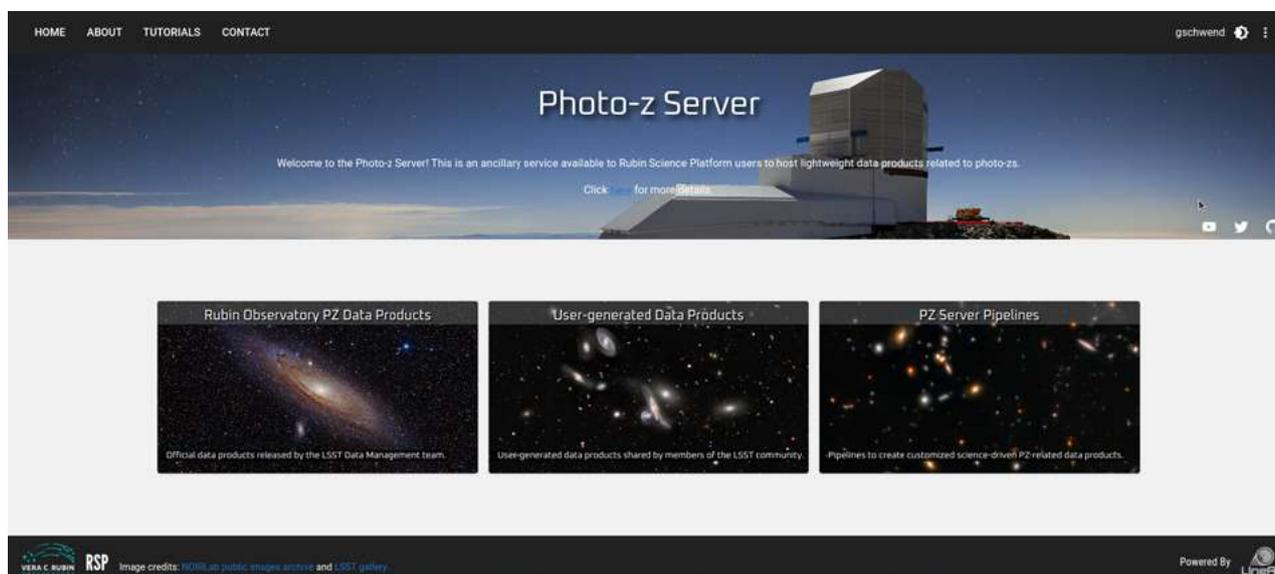
Photo-z Server¹⁴

Com a experiência adquirida com o projeto DES, a equipe **LineA** foi selecionada para desenvolver a plataforma Photo-z Server para gerar, validar e armazenar produtos auxiliares usados para estimar redshifts fotométricos, como amostras de redshifts espectroscópicos, amostras de treinamento para métodos de aprendizado de máquina, bibliotecas de modelos de distribuição de energia espectral, o resultado da validação das estimativas em forma de relatórios com métricas de qualidade e gráficos de diagnóstico, além das próprias tabelas estimativas de de redshift fotométricos.

A plataforma está em fase de desenvolvimento. As figuras que seguem mostram o ambiente de homologação utilizado pelos desenvolvedores para testar as suas funcionalidades. Entre elas a lista de produtos armazenados que podem ser examinados e os pipelines disponíveis para a criação desses produtos. Uma documentação¹⁵ sobre esse serviço também está disponível.

A figura 38 mostra uma captura de tela da página de entrada da plataforma que dá acesso aos produtos gerados oficialmente aos produtos gerados por pesquisadores individuais para compartilhar com seus colaboradores e aos pipelines responsáveis pela geração dos vários produtos envolvidos.

FIGURA 38: CAPTURA DA TELA DE ENTRADA DA PHOTO-Z SERVER, EM FASE FINAL DE DESENVOLVIMENTO



A figura 39 apresenta uma captura da tela listando os produtos gerados e compartilhados por usuários individuais na plataforma Photo-z server indicando o tipo, o autor, a data de criação e controles que permitem o produto ser baixado, compartilhado, deletado e editado.

14 <https://pz-server-dev.linea.org.br/>

15 <https://linea-it.github.io/pzserver/>

FIGURA 39: CAPTURA DA PHOTO-Z, LISTANDO OS PRODUTOS GERADOS E COMPARTILHADOS POR USUÁRIOS INDIVIDUAIS

Name	Release	Product Type	Uploaded By	Created at	
example upload via lib		Spec-z Catalog	gschwend	2024-07-22	
example upload via lib		Spec-z Catalog	gschwend	2024-07-22	
mock specs	LSST DR0.2	Spec-z Catalog	gschwend	2024-07-22	
example	LSST DR0.2	Training Set	gschwend	2024-07-21	
example upload via lib		Spec-z Catalog	luiglicsilva	2024-07-12	
example upload via lib		Spec-z Catalog	gschwend	2024-07-04	
upload example 1		Spec-z Catalog	gschwend	2024-06-17	

A figura 40 apresenta uma captura de tela mostrando a interface que permite a execução de diferentes pipelines associados à plataforma que são executados no cluster de processamento.

FIGURA 40: CAPTURA DE TELA DA INTERFACE DA PHOTO-Z QUE PERMITE A EXECUÇÃO DE DIFERENTES PIPELINES ASSOCIADOS À PLATAFORMA

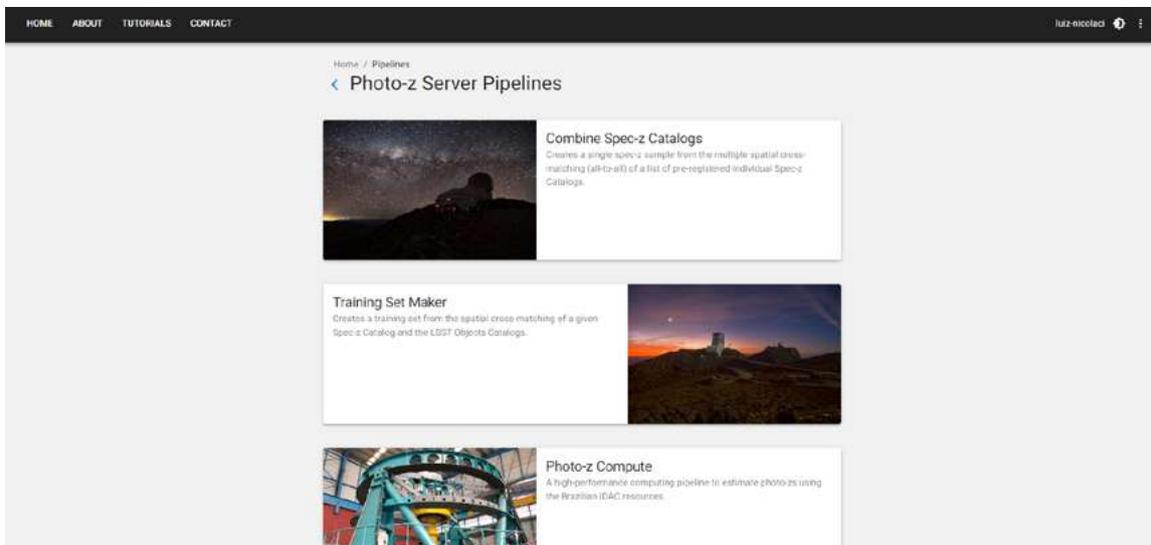


Photo-z Compute

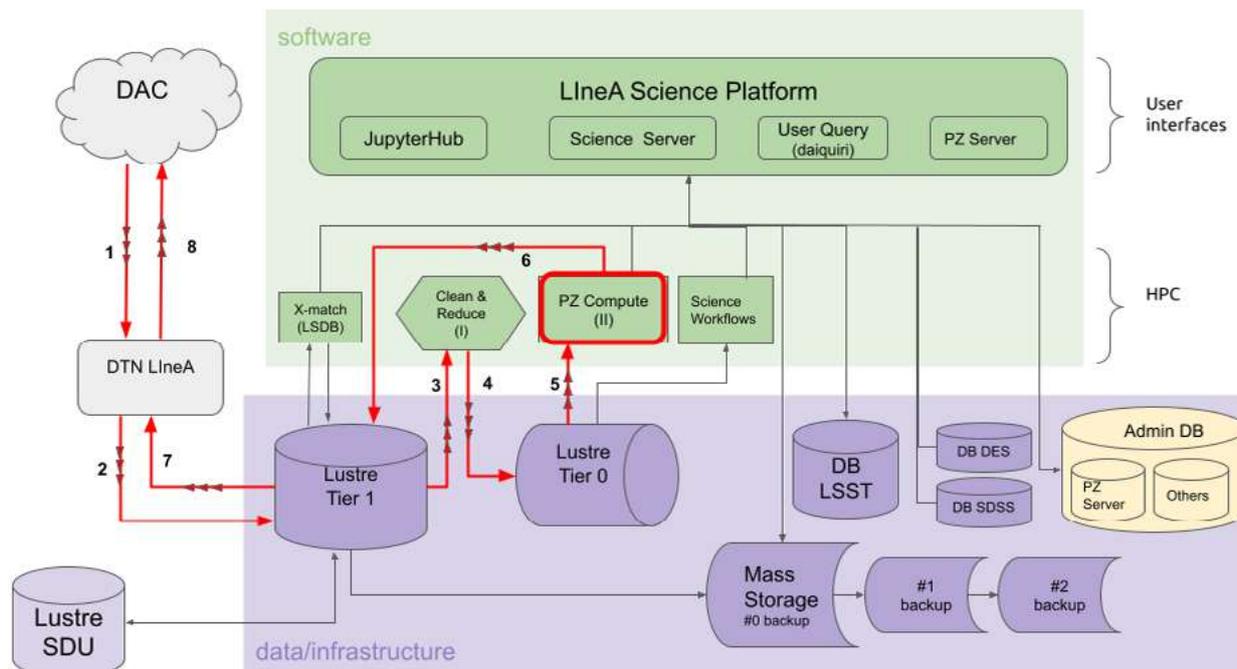
O serviço Photo-z Compute é uma das contribuições in-kind presentes no acordo assinado entre o **LineA** e o SLAC. Ele consiste na produção de tabelas federadas, enviadas ao banco de dados central e disponibilizadas aos membros da colaboração via Rubin Science Platform, de estimativas de redshifts fotométricos geradas a partir dos dados produzidos anualmente pelo projeto LSST, que serão distribuídas junto com os dados oficiais, respeitando o calendário de liberações do projeto.

O pipeline de mesmo nome é uma releitura do antigo Photo-z Compute (Gschwend et al. 2018) que operou no DES Science Portal na última década, mantendo o objetivo de resolver os problemas de escalabilidade e viabilização da produção de redshifts fotométricos em grande escala. A versão atual consiste de uma camada de software que conecta o workflow de código aberto RAIL¹⁶ (LSST-DESC PZ WG (in prep)¹⁷) à infraestrutura de computação de alto desempenho do **LineA**, permitindo customizações no uso de memória e no processo de paralelização da execução a fim de obter a máxima performance do sistema.

O Photo-z Compute faz parte do ecossistema de fluxo de dados do IDAC-Brasil, gerando produtos de nível intermediário que servirão tanto para entrega da contribuição in-kind quanto para consumo interno por usuários do IDAC-Brasil. A consulta para os membros do projeto LSST será feita através do microsserviço User Query. Já os workflows científicos que dependem de estimativas de redshifts fotométricos, como por exemplo o buscador de aglomerados de galáxias WaZP, poderão consumir o produto do Photo-z Compute diretamente do sistema Lustre acoplado ao cluster Apollo.

A figura 41 apresenta, em diagrama, o fluxo de dados projetado para criar de forma eficiente as tabelas de redshift fotométricas acordadas com o Observatório Rubin, para o grande volume de dados esperados. O objetivo é garantir a eficiência do processamento evitando gargalos no sistema.

FIGURA 41: FLUXO DE DADOS DA LINEA SCIENCE PLATFORM



16 <https://github.com/LSSTDESC/RAIL>

17 <https://zenodo.org/records/7927358>

LIneA Science & User Query @ LIneA

O novo LIneA Science Server, hospedado na infraestrutura do **LIneA**, é a evolução do seu homônimo anteriormente hospedado no NCSA. A plataforma de acesso, visualização e análise de dados está sofrendo alterações significativas para oferecer flexibilidade a dar suporte a dados de diferentes levantamentos, sejam eles públicos ou privados, com tecnologia modernizada e controle de permissões de acesso a diferentes grupos de usuários - dependendo da sua afiliação a uma ou mais colaborações científicas.

Como mencionado anteriormente, devido a diferença entre os sistemas de gerenciamento de banco de dados no **LIneA** e no NCSA, o microserviço User Query foi totalmente redesenhado e implementado utilizando a aplicação Daiquiri, baseada em Postgres. É a mesma aplicação utilizada pelo levantamento Gaia para liberação de dados públicos, na qual o usuário possui seu próprio espaço no banco de dados para armazenar os resultados das consultas. Este serviço já está operacional e está sendo integrado com os demais microserviços para que as tabelas geradas possam gerar visualizações de imagens no Science Server e possam ser analisadas através de notebooks na plataforma Jupyter Hub.

Outros Serviços

Ainda como parte da infraestrutura de serviços previsto para o IDAC, duas outras ferramentas estão sendo planejadas. A primeira é um serviço de *cutout* que retorna um arquivo contendo um recorte de uma imagem astronômica da região de interesse a partir de uma busca que informa coordenadas celestes dos vértices ou centro da região. O serviço será disponibilizado para o usuário final em forma de API e também será consumido internamente por aplicações das plataformas. Na versão do Science Server no NCSA isto era feito por uma ferramenta local, disponibilizada pelo levantamento DES. Agora precisa ser substituída por uma que dependa apenas da infraestrutura do **LIneA**.

Outra importante ferramenta na era de big data é o serviço de associação de duas ou mais tabelas de dados feito a partir do cruzamento de coordenadas de posição, com suporte para dados em arquivos distribuídos no sistema Lustre, fora do banco de dados Postgres. Para isto foi implantado o software LSDB desenvolvido pela colaboração LSST Interdisciplinary Network for Collaboration and Computing¹⁸ (LINCC) apoiada pela LSST Discovery Alliance.

18 <https://lsstdiscoveryalliance.org/programs/lincc/>

Inovação

É IMPORTANTE MENCIONAR AS INOVAÇÕES, SOBRETUDO INSTITUCIONAIS, PARA AS QUAIS O INCT DO E-UNIVERSO CONTRIBUIU DE FORMA DECISIVA.

Entre elas:

- > A criação do ICT privado **LineA**, com modelo de governança capaz de gerenciar a participação de pesquisadores brasileiros em grandes projetos internacionais.
- > A estratégia para articular e ampliar a participação em grandes projetos internacionais por meio de contribuições não financeiras, como desenvolvimento de software e/ou serviços especializados.
- > A criação do modelo de colaboração entre pesquisadores, com a formação do Grupo de Participação Brasileiro regulado por um plano de governança para garantir o engajamento de seus participantes e para apoiar jovens pesquisadores.
- > A criação e operação de um dos primeiros centros de e-ciência no Brasil, implantando e operando um centro para o armazenamento e processamento de grandes volumes de dados, com acesso público a várias coleções de dados de importantes projetos internacionais e um intenso programa de desenvolvimento de software para atender as necessidades do centro e dos seus usuários.
- > A formação de um time de TI dedicado ao desenvolvimento de software e soluções para lidar com grandes volumes de dados e plataformas científicas, de forma colaborativa com os pesquisadores para atender necessidades específicas.

Em outubro de 2018 o **LineA** foi usado como um caso teste em um *design sprint* organizado pela RNP, com a participação de membros da RNP, LNCC, **LineA** e MCTI¹⁹, para modelar a criação de um centro de e-ciência nacional. Este trabalho foi reconhecido e despertou o interesse de várias universidades brasileiras²⁰.

As figuras 42 e 43 apresentam fotos dos participantes e atividades desse *design sprint* organizado pela RNP para modelar a organização de centros de e-ciência, usando o **LineA** como caso de uso.

19 <https://www1.linea.org.br/2018/10/planejando-um-centro-de-suporte-para-e-ciencia/>

20 <https://www.linea.org.br/admin/wp-content/uploads/2024/08/Cartas-de-apoio-LineA.pdf>

FIGURA 42: FOTO DOS PARTICIPANTES DO *DESIGN SPRINT* ORGANIZADO PELA RNP EM OUTUBRO DE 2018*



FIGURA 43: COLAGEM DE FOTOS MOSTRANDO AS DIFERENTES ATIVIDADES REALIZADAS DO *DESIGN SPRINT*



A soluções adotadas pelo **LineA** foram tópicos de uma tese de doutorado apresentada em 2024 no Programa de Pós-Graduação em Comunicação da UFRGS, cobrindo temas com reuso de dados, reprodutibilidade de pesquisas e gestão de dados de pesquisa²¹.

21 Ferreira, Manuela Klanovicz - Dados de Pesquisa: Contribuição da Infraestrutura para Promoção da Reprodutibilidade e do Reúso. Disponível em <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/275864>

COOPERAÇÃO INTERNACIONAL

Os projetos científicos apoiados, os acordos de colaboração mantidos, e outras articulações são fruto da capacidade e história acumulada pelo **LineA**.

ESSA AMPLA GAMA DE COOPERAÇÃO INTERNACIONAL POSSIBILITA AOS MEMBROS DO INCT DO E-UNIVERSO, E SUAS REDES, O ACESSO A PESQUISADORES DE CENTENAS DE INSTITUIÇÕES ESPALHADAS PELO MUNDO.

Oportunizam aos membros e suas redes o acesso a eventos como seminários, cursos, reuniões, participando dos circuitos internacionais das áreas. Destaca-se o intercâmbio tecnológico na área de big data, obtido pela colaboração com grandes laboratórios e centros de e-ciência espalhados pelo mundo, além das instituições envolvidas nos projetos de cooperação, listadas na descrição de cada um deles, o **LineA** mantém acordos com universidades, laboratórios e parcerias internacionais, como ilustrado na figura 44.

FIGURA 44: COMPILAÇÃO DOS LOGOS DE INSTITUIÇÕES E ORGANIZAÇÕES INTERNACIONAIS COM QUEM O LINEA MANTÉM ACORDOS DE COLABORAÇÃO



Importante destacar a participação do **LineA** no LSST Discovery Alliance (LSST-DA)²² que reúne mais de 30 instituições buscando maximizar o impacto científico e social do Legacy Survey of Space and Time (LSST) do Rubin Observatory. Entre as ações, o LSST-DA promove a colaboração interdisciplinar e inclusiva, potencializando descobertas científicas que nenhuma instituição sozinha poderia fazer, promove encontros e apoia a comunidade científica Rubin LSST por meio de financiamento privado e programas que complementam os investimentos. LSST Discovery Alliance é essencialmente uma potente rede de colaboração e construção coletiva de conhecimentos.

Um dos importantes programas apoiados pela LSST-DA é o programa LSST Interdisciplinary Network for Collaboration and Computing²³ (LINCC) cujo objetivo é apoiar pesquisadores a encontrar soluções técnicas para analisar grandes volumes de dados. A equipe do **LineA** participa regularmente dos encontros patrocinados pelo programa. A participação do **LineA** é creditada no site da instituição²⁴.

22 <https://lsstdiscoveryalliance.org/about/>

23 <https://lsstdiscoveryalliance.org/programs/lincc/>

24 <https://lsstdiscoveryalliance.org/about/member-institutions/>

Lista de instituições que participam do consórcio LSST Discovery Alliance e seus representantes.

Adler Planetarium – Michael Zevin

Astrophysics Institute of the Canary Islands (IAC) – Johan Knapen

Astronomisches Rechen-Institut (ARI), Heidelberg University – Eva Grebel

Carnegie Mellon University – Rachel Mandelbaum

California Polytechnic State University – Louise Edwards

Chicago Area Partners (IIT/CCCs) – Emily Leiner

Columbia University – Kathryn Johnston

Hobart and William Smith Colleges (HWS) – Leslie Hebb

Istituto Nazionale di AstroFisica (INAF) – Rosaria ‘Sara’ Bonito

Johns Hopkins University – Alessandra Corsi

Kavli Institute for Particle Astrophysics & Cosmology – Stanford University – Patricia Burchat

[Laboratorio Interinstitucional de e-Astronomia \(LIneA\)](#) – [Luiz da Costa](#)

Las Cumbres Observatory Global Telescope Network, Inc. – Lisa Storrie-Lombardi

Max Planck Institute for Astronomy (MPIA), Heidelberg – Coryn Bailer-Jones

Northwestern University – Adam Miller

AURA/NSF’s NOIRLab (formerly AURA/NOAO)* – Pat McCarthy

Pennsylvania State University – Don Schneider

Princeton University – Michael Strauss

Purdue University – John Peterson

Republic of Chile (rep from Universidad de Atacama) – Carlos Ferreira

Rider University – John Bochanski

Rutgers University – Eric Gawiser

San Diego State University – Robert Quimby

Schmidt Sciences – Stu Feldman

DOE’s SLAC National Accelerator Laboratory – Adam Bolton

Texas A & M University – Krista Lynne Smith

The Institute of Physics of the Academy of the Czech Republic – Michael Prouza

University of Arizona* – Buell Jannuzi

University of California-San Diego – Christopher Theissen

University of Illinois at Urbana-Champaign – Joaquin Vieira

University of Oxford – Aprajita Verma

University of Pittsburgh – Jeffrey Newman

University of Toronto, Canada – Renee Hlozek

University of Virginia – Maryam Modjaz

University of Washington* – Suzanne Hawley

Yale University – Larry Gladney

* Founding Member

A participação do INCT no consórcio LSST Discovery Alliance permitiu a seus membros submeterem propostas de auxílio financeiro para diferentes organizações internacionais entre as quais:

- > Proposta no valor de USD 500.000,00 submetida à Fundação Templeton para a implantação da Rede de Ocultação Sul Americana (ROSA), consistindo na implantação de pequenos telescópios robóticos em território brasileiro para observar eventos de ocultação estelar.
- > Proposta intitulada *'Discovering Stellar Systems in and around the Milky Way'* concedida no valor de USD 20.000,00 pela Fundação Heising-Simons para a contratação de dois estudantes de IC e cientistas da computação para o desenvolvimento de software.
- > Proposta intitulada *"A web interface based on SORA - Stellar Occultation Reduction and Analysis"* concedida no valor de USD 20.000,00I pela Fundação Heising-Simons para a contratação de estudantes de IC e tecnologistas da informação para o desenvolvimento de software.
- > Apoio integral ou parcial da Discovery Alliance para cinco alunos de graduação das Universidades UFSM, UTFPR, IFSC, UFRGS e UFRJ participarem da reunião anual do projeto LSST realizadas em Tucson (2022 e 2023) e no SLAC em Palo Alto (2024). Destes, dois bolsistas do **LIneA** com recursos da LSST-DA e três bolsistas de IC do **INCT do e-Universo**. A figura 45 ilustra, com uma colagem de fotos, a presença dos cinco alunos brasileiros, cuja estadia foi custeada pelo LSST-DA, sendo as passagens custeadas pelo LSST-DA para três deles e custeada pelo INCT para dois deles.

FIGURA 45: COLAGEM DE FOTOS DAS PARTICIPAÇÕES DE ALUNOS BRASILEIROS DE GRADUAÇÃO



REUNIÕES NAS ANUAIS DO LSST

Recentemente, mais um estudante (UFRJ), membro do BPG-LSST e bolsista **INCT do e-Uni-verso**, foi selecionado para participar presencialmente no *DESC Sprint Week*, de outubro e novembro de 2024, com viagem financiada pelo *LSST Discovery Alliance*.

Os números da cooperação internacional, tendo como base agosto de 2024 estão no quadro abaixo, disponibilizado na página do INCT²⁵.

5
PROJETOS
INTERNACIONAIS

14
ACORDOS

~2.000
PESQUISADORES

4
ENCONTROS
ORGANIZADOS

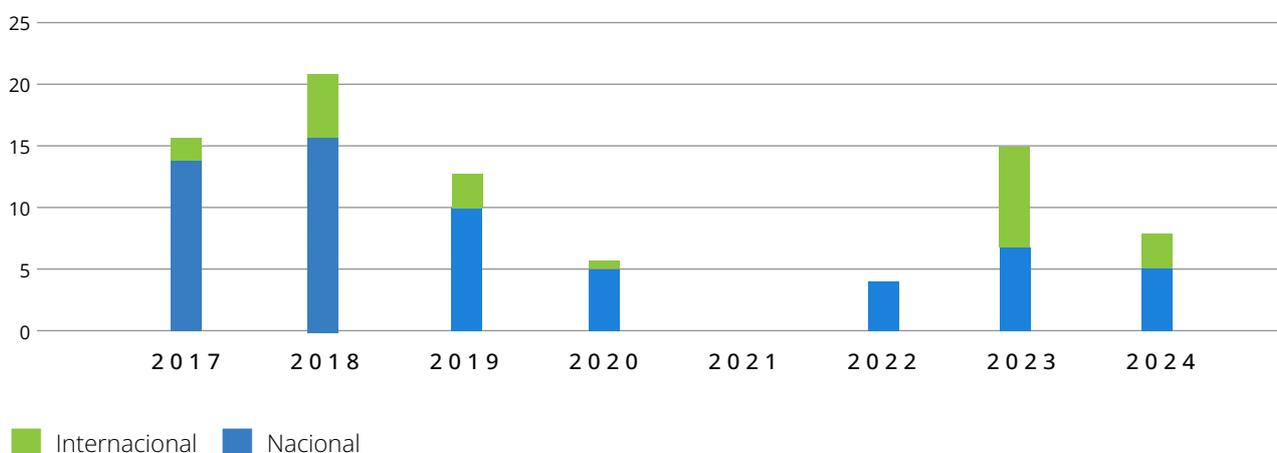
200
INSTITUIÇÕES

~60
REUNIÕES DE COLABORAÇÃO
(A PARTIR DE 2015)

Entre as ações estratégicas para potencializar a cooperação internacional, o **INCT do e-Uni-verso** apoiou entre, 2017 e 2024, custos de deslocamento dos seus membros, incluindo gestores, pesquisadores, estudantes e técnicos. As viagens para participação em reuniões, seminários, cursos e outros eventos são vitais para um projeto de natureza colaborativa e de alcance internacional.

O gráfico 13 informa o número de viagens apoiadas por ano, entre nacionais e internacionais. Cabe atenção para os anos 2020, 2021 e 2022, impactados pela Pandemia Covid 19, que provocou restrições para deslocamentos a partir de março de 2020.

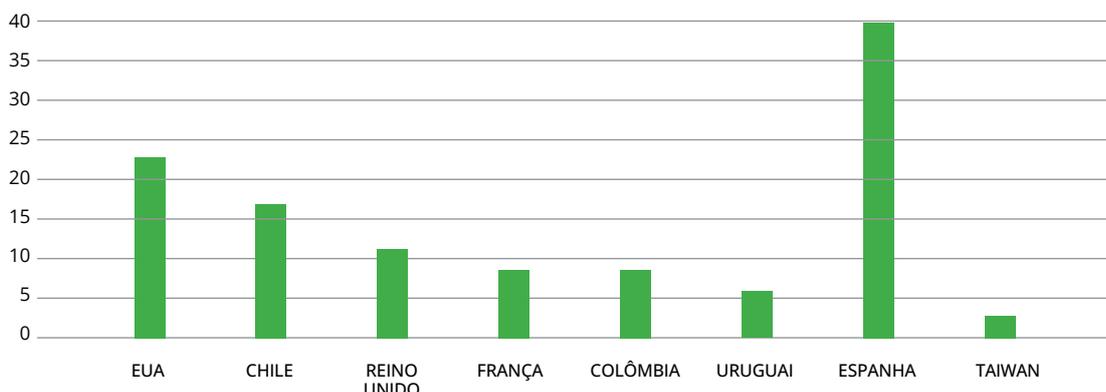
GRÁFICO 13: NÚMERO DE VIAGENS NACIONAIS E INTERNACIONAIS POR ANO



25 <https://www.linea.org.br/em-numeros>

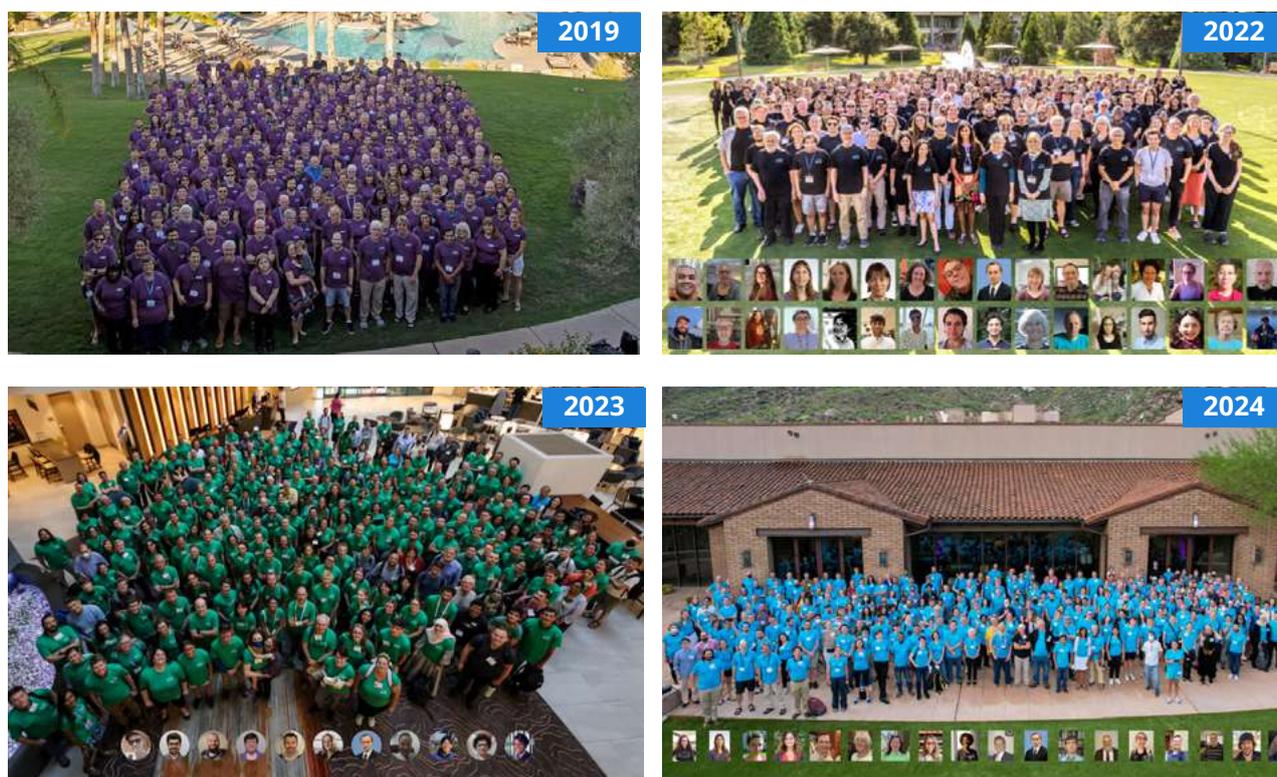
As missões internacionais fortaleceram a presença e capacidade de articulação institucional, potencializaram a produção científica e tecnológica e formação dos pesquisadores, além dos impactos intangíveis no desenvolvimento dos grupos e das carreiras individuais. Foram realizadas viagens para oito países, conforme o gráfico 14, onde foram realizadas reuniões das diferentes colaborações incluindo DES, SDSS, DESI, LSST e TON.

GRÁFICO 14: NÚMERO DE VIAGENS INTERNACIONAIS POR DESTINO



A figura 46 ilustra, com colagem de fotos de reuniões anuais do LSST, que envolvem centenas de participantes presenciais, a importância das viagens como oportunidade para formar redes e de estreitar colaborações.

FIGURA 46: COLAGEM DE FOTOS DOS PARTICIPANTES DAS REUNIÕES ANUAIS DO LSST



Visitas Internacionais

Embora a maior ênfase tenha sido apoiar a visita de membros do INCT ou membros dos projetos apoiados pelo programa, cabe mencionar os pesquisadores estrangeiros que foram convidados ao Brasil para fortalecer colaborações:

- > O pesquisador Christophe Benoist do Observatoire de Cote d'Azur, em março de 2017 e maio de 2019, para colaborar no desenvolvimento do código WaZP, usado para a identificação de aglomerados de galáxias
- > O pesquisador William Hartley em julho de 2018, na época pesquisador da University College of London, para compartilhar sua experiência com redshift fotométricos e evolução de galáxias
- > Wil O`Mullane, responsável pela gestão de dados do projeto LSST e Ranpal Gill, responsável pela área de comunicação do Observatório Rubin. Os convidados participaram da reunião organizada pelo **LineA** em 08/2018, na qual teve início o planejamento da implantação de um centro de dados para hospedar dados do LSST no Brasil, atualmente conhecido como IDAC.

As figuras 47, 48 e 49 ilustram essas visitas, que contribuíram para somar ao esforço do INCT, para formar seus membros, trocar conhecimento e estreitar relações.

FIGURA 47: FOTO DA VISITA DE REPRESENTANTES DO OBSERVATÓRIO RUBIN EM 2018



FIGURA 48: PALESTRA PROFERIDA PELO PESQUISADOR WILL HARTLEY EM 2018



Crédito da imagem: Ricardo Ogando

FIGURA 49: CHAMADA PARA A REUNIÃO ORGANIZADA PELO LINEA EM 2018 PARA EXPLORAR A POSSIBILIDADE DE HOSPEDAR UM CENTRO DE DADOS NO BRASIL



Outra importante visita, em preparação para a implantação do centro de dados (IDAC), aconteceu em março de 2023 com a vinda de Mario Juric, Diretor do “Data Intensive Research in Astronomy and Cosmology (DIRAC)” da Universidade de Washington e um dos pesquisadores mais atuantes na colaboração LINCC. Uma reunião de dois dias foi organizada nas dependências da RNP para discutir os planos do **LineA** para o IDAC e conhecer as atividades em andamento no Observatório Rubin, para lidar com o grande volume de dados esperado. A figura 50 apresenta foto desse encontro realizado nos dias 20 e 21 de março de 2023.

FIGURA 50: FOTO DA REUNIÃO NA RNP COM O DIRETOR DO INSTITUTO DIRAC DA UNIVERSIDADE DE WASHINGTON



INTEGRAÇÃO NACIONAL

O INCT DO E-UNIVERSO VEM PROMOVENDO A INTEGRAÇÃO ENTRE AS INSTITUIÇÕES E UNIVERSIDADES NACIONAIS, A PARTIR DOS GRUPOS DE PARTICIPAÇÃO BRASILEIROS NOS PROJETOS INTERNACIONAIS DES, SDSS, DESI, TON E LSST.

Agrega a comunidade científica brasileira, oferecendo acesso aos dados e infraestrutura computacional, cursos de treinamento em programação, desenvolvimento de software colaborativo e uso de ferramentas para a exploração científica do acervo de dados mantido pelo **LineA**.

O INCT promove, ainda, uma ponte entre as áreas científicas e de computação, forjando colaborações atualmente essenciais para enfrentar o desafio imposto pelos modernos projetos científicos, que geram grandes volumes de dados. Neste sentido, foram organizados encontros com fornecedores e criada uma comissão de assessoramento técnico formado por tecnólogos e pesquisadores da área de computação, com representantes do LNCC, INT, UNESP, COPPE, UFRGS e UFCG.

O apoio aos membros, pesquisadores e estudantes para viagens nacionais faz parte do esforço estratégico para integração nacional, cooperação, educação e divulgação científica. Foram custeadas 53 viagens entre institutos e para a participação em encontros nacionais.

A maior parte foi em 2019, quando ocorreu o BootCamp, uma importante iniciativa de educação, que será detalhada a seguir. Os gráficos abaixo discriminam o número de viagens para visita ao **LineA**, por ano (gráfico 15) e por origem (gráfico 16), mostrando os diversos estados brasileiros envolvidos (gráfico 17).

GRÁFICO 15: NÚMERO DE VIAGENS CUSTEADAS PARA VISITA AO LINEA POR ANO



GRÁFICO 16: NÚMERO DE VIAGENS CUSTEADAS PARA VISITA AO LINEA POR ORIGEM NACIONAL

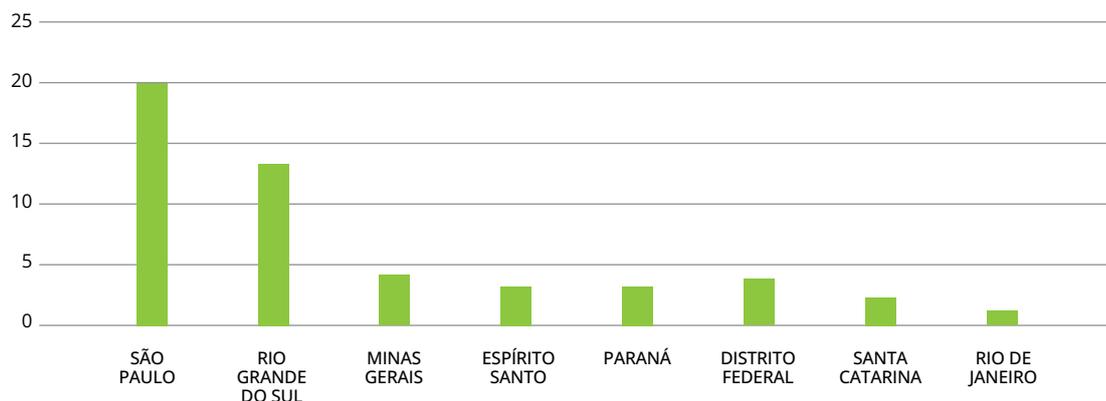
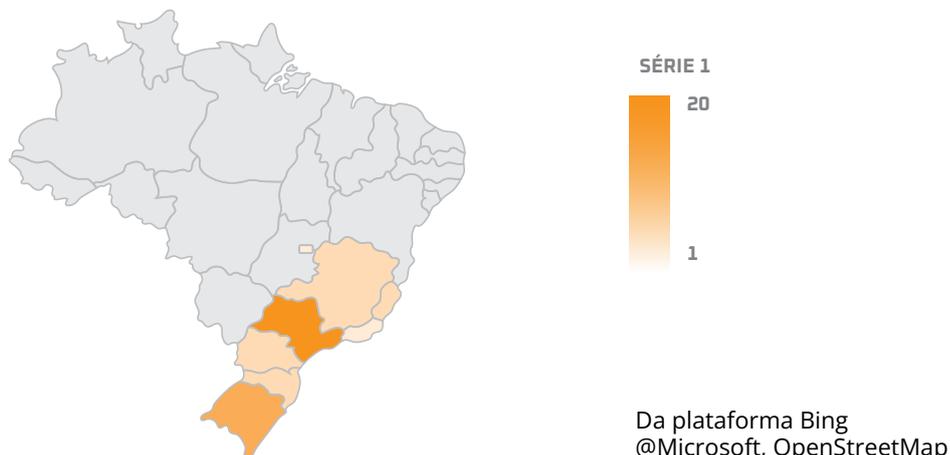


GRÁFICO 17: MAPA DE CALOR MOSTRANDO O NÚMERO DE PASSAGENS CONCEDIDAS POR ESTADO BRASILEIRO



As viagens para o **LineA** terminam em 2020, primeiro em decorrência da pandemia e depois, porque o Laboratório passa a funcionar de maneira remota a partir de 2023.

As instituições nacionais com as quais o **LineA** mantém acordos, parceria ou apoia estão representadas no por seus logos na figura 51, conforme divulgados no site no **INCT do e-Universo**²⁶.

FIGURA 51: COMPILAÇÃO DOS LOGOS DE INSTITUIÇÕES E ORGANIZAÇÕES NACIONAIS COM AS QUAIS O LINEA MANTÉM ACORDOS, PARCERIA OU APOIA



Finalmente, a figura 52 mostra as 27 instituições brasileiras com pesquisadores ou estudantes que fazem ou já fizeram parte do grupo de participação brasileiro no projeto LSST, mostrando o grande alcance do projeto no Brasil.

FIGURA 52: INSTITUIÇÕES QUE FAZEM PARTE DO BPG DO LSST EM 2024



²⁶ <https://www.linea.org.br/parcerias>

FORMAÇÃO DE PESSOAS

FORMAR AS PRÓXIMAS GERAÇÕES DE PESQUISADORES COM APTIDÕES NECESSÁRIAS À E-CIÊNCIA É FUNDAMENTAL PARA CONSTRUIR A PARTICIPAÇÃO DO PAÍS NO FUTURO DA CIÊNCIA.

O **INCT do e-Universo** tem a educação como um dos eixos estratégicos, implementado a partir de encontros, cursos, seminários, bootcamp e apoio a jovens pesquisadores atuarem em ambiente internacional em aprendizagem ativa de grandes projetos e colaboração científica.

Uma das primeiras iniciativas do **INCT do e-Universo** foi estabelecer uma parceria entre o **LIneA** e o ICTP-SAIFR/UNESP para o treinamento de professores de física do ensino médio introduzindo numa linguagem simplificada importantes conceitos da Física moderna. O material usado faz parte de um acordo do ICTP-SAIFR com o Instituto Perimeter do Canadá. Infelizmente, este projeto foi abruptamente suspenso pelo início da pandemia.

Como mencionado acima foram criados programas especiais para estudantes de iniciação científica trabalharem no desenvolvimento de workflows e/ou plataformas científicas, com recursos de projetos submetidos por membros do INCT/**LIneA** junto a Heising-Simons Foundation e LSST Discovery Alliance.

Organização e Participação em Encontros

O PRINCIPAL MECANISMO DE INTERCÂMBIO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO É A PARTICIPAÇÃO EM ENCONTROS, E O INCT PROVOU SER ESSENCIAL PARA ESTE FIM.

A partir dele, foi possível financiar a participação de pesquisadores e estudantes em encontros nacionais e internacionais, como foi descrito anteriormente.

Além dos recursos do INCT, o apoio financeiro para participação de jovens pesquisadores em encontros organizados pelas colaborações DES e LSST foi obtido junto ao projeto DES e o LSST Discovery Alliance. O apoio ampliou a oportunidade dos jovens pesquisadores conhecerem e atuarem em ambiente colaborativo internacional, na presença de grandes líderes mundiais nas suas áreas.

O **LIneA**, com o apoio do INCT, também organizou e/ou colaborou na organização de eventos internacionais presenciais e remotos. Um desses encontros foi a reunião da colaboração DES, realizada na Unicamp em 2018, ilustrada na figura 53, com uma captura de tela do convite.

FIGURA 53: CAPTURA DE TELA DO CONVITE PARA O ENCONTRO DA COLABORAÇÃO DES



Outro importante encontro internacional organizado pelo **LineA**/INCT foi a reunião remota sobre o “Futuro de Centros de Dados e Institutos de e-Ciência”, celebrando o aniversário de 10 anos do laboratório. Foram 3 dias de encontro com 21 palestras apresentadas por especialistas da área, representando os principais centros de dados de e-ciência do mundo. Uma das motivações para o encontro foi credenciar o **LineA** junto ao Rubin Observatory para hospedar o IDAC. A figura 54 apresenta uma captura de tela do site²⁷ da reunião, no qual as 21 palestras estão acessíveis.

FIGURA 54: CAPTURA DE TELA DO SITE DA REUNIÃO REMOTA SOBRE CENTRO DE DADOS E INSTITUTOS DE E-CIÊNCIA



²⁷ <https://workshop2021.linea.org.br/>

Ainda em 2021, o **LIneA**/INCT organizou em parceria com o projeto LSST, o Rubin Observatory, a Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) e a Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA) a reunião “LSST Brazil 2021”. O *workshop* contou com a participação de pesquisadores internacionais envolvidos no projeto no primeiro dia²⁸, e de membros do **LIneA** no segundo dia²⁹, dando informações sobre o projeto e a participação brasileira.

O objetivo da reunião foi engajar a comunidade brasileira no projeto, preparando para a chamada pública realizada pelo **LIneA**, que convocou pesquisadores brasileiros a se candidatarem para uma das 80 novas vagas no LSST, obtidas em troca de contribuições feitas pelo **LIneA**. Todas as apresentações estão disponíveis no youtube, indicado no site da reunião, conforme captura de tela na figura 55, e contam com quase mil visualizações.

FIGURA 55: CAPTURA DE TELA DO SITE DA REUNIÃO LSST BRASIL 2021



Encontros Internos

A série Conversando sobre TI³⁰ foi organizada para incentivar a troca de conhecimento e a colaboração entre membros da equipe, buscando, ainda, divulgar o trabalho de infraestrutura sendo feito pela equipe de TI.

Já foram realizadas mais de uma centena dessas reuniões, abertas a todos os interessados, abordando assuntos de tecnologia relevantes para o **LIneA**. Conversando sobre TI traz, quando necessário, convidados externos brasileiros e internacionais especializados em diferentes áreas, e já contou com participações como Carolina Felicíssimo (RNP), Reinaldo Rosa (INPE/BPG), Manuela Ferreira (UFRGS), Marcelo Leite (Microsoft), Eduardo Ogasawara (CEFET), Francisco Brasileiro (UFCEG), Denny Lee, cientista de dados da firma Databricks, responsável pelo sistema delta lake, entre muitos outros. A figura 56 ilustra, em capturas de telas, alguns encontros.

28 <https://www.youtube.com/watch?v=jveBuqa8qQU>

29 <https://www.youtube.com/watch?v=GpbDKHAWrS8>

30 <https://www.linea.org.br/conversando-sobre-ti>

FIGURA 56: COLAGEM DE CAPTURAS DE TELAS DE CONVIDADOS EXTERNOS QUE PARTICIPARAM DO CONVERSANDO SOBRE TI



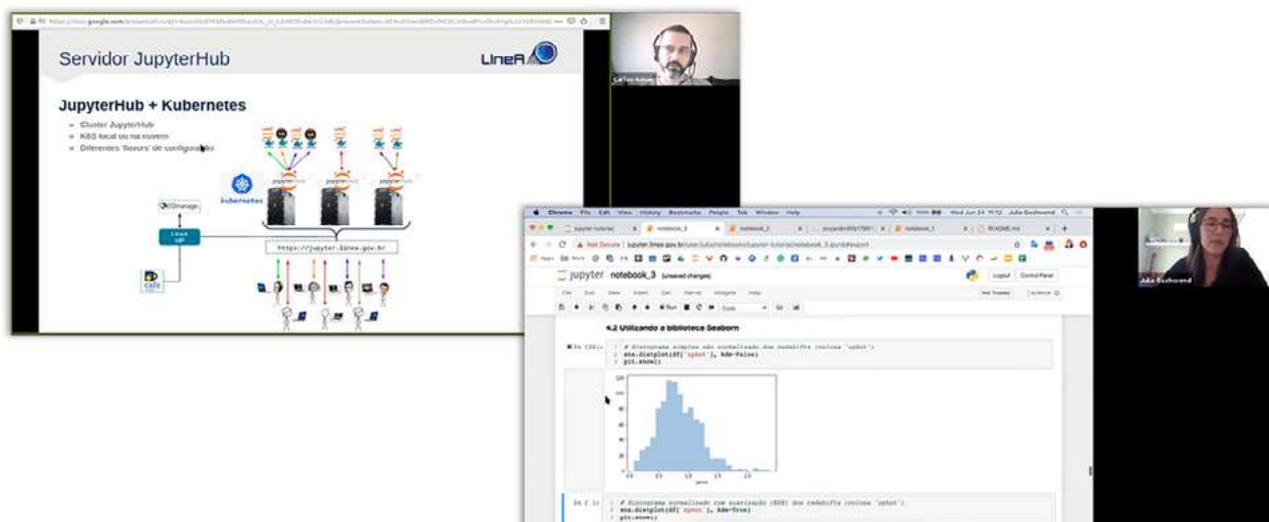
Cabe, ainda, mencionar outras reuniões remotas com a participação dos membros do INCT e do Grupo de Participação Brasileiro no LSST, organizadas periodicamente para discutir tanto assuntos científicos como administrativos, sobretudo sobre o futuro do **LineA** e sua sustentabilidade a longo prazo.

Cursos

ALINHADOS À MISSÃO DE PREPARAR A COMUNIDADE BRASILEIRA PARA ATUAR EM GRANDES LEVANTAMENTOS, A COLABORAÇÃO LINEA/INCT VEM OFERECENDO TREINAMENTO NO USO DAS FERRAMENTAS DISPONÍVEIS PARA EXPLORAÇÃO CIENTÍFICA DOS DADOS ACUMULADOS POR LEVANTAMENTOS FOTOMÉTRICOS COMO O DES E FUTURAMENTE O LSST.

Um dos primeiros cursos foi realizado em 2020, a pedido da RNP, apresentando a implementação do serviço de Jupyter Notebooks e seu uso, com a participação da equipe de TI do **LineA**, conforme ilustrado na figura 57.

FIGURA 57: COLAGEM DE CAPTURA DE TELAS DO CURSO OFERECIDO PELA EQUIPE LINEA PARA A RNP



Desde então foram desenvolvidos, oferecidos e disponibilizados em Google Classroom nove cursos, com, pelo menos, mais três em preparação. Abaixo está a lista dos cursos oferecidos até agora, sendo que os quatro últimos preparados e ministrados por bolsistas do INCT:

- > LIneA Science Server
- > Jupyter Notebook
- > Git e Github (básico)
- > Git e Github (avançado)
- > Jupyter Notebook (2a edição)
- > Fundamentos de programação com Python³¹
- > Versionamento de código: git, github e gitflow³²
- > Fundamentos de banco de dados³³
- > Desenvolvendo software científico³⁴
- > Jupyter Notebook³⁵

Nos cinco últimos cursos, o número de inscrições chegou a 580, com inscritos em mais de 15 estados da federação, evidenciando o amplo alcance do **LineA**. A taxa de participação foi de aproximadamente 50% dos inscritos. Esse elevado número de inscrições e alcance territorial, ilustrado na figura 58, refletem a crescente demanda por cursos na área de TI, que se torna cada vez mais relevante no contexto científico.

31 <https://www.linea.org.br/noticia/primeiro-curso-aplicado-pelos-bolsistas-do-inct-do-e-universo-reune-mais-de-70-pessoas>

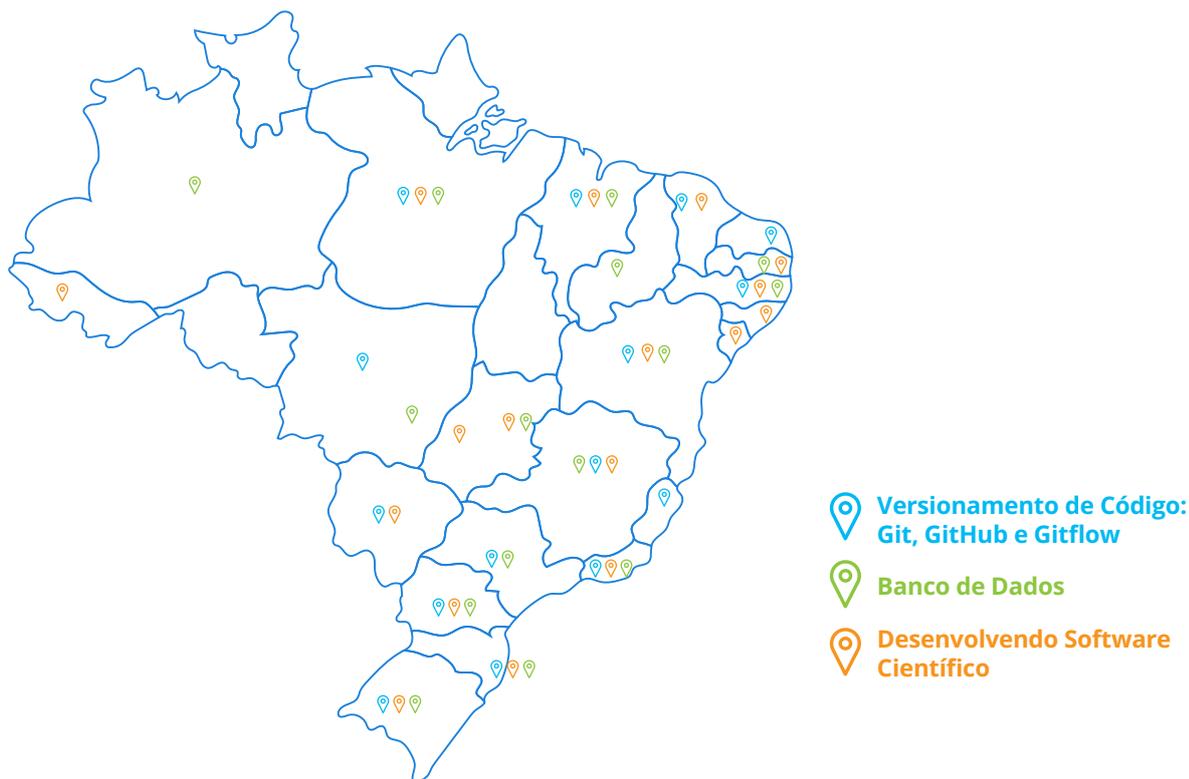
32 <https://www.linea.org.br/noticia/curso-sobre-versionamento-de-codigo-e-aplicado-com-sucesso>

33 <https://www.linea.org.br/noticia/fundamentos-de-banco-de-dados-confira-o-panorama-das-inscricoes-e-aplicacao-do-curso>

34 <https://www.linea.org.br/noticia/desenvolvendo-software-cientifico-panorama-do-curso-realizado>

35 <https://www.linea.org.br/noticia/highlights-curso-de-jupyter-notebook>

FIGURA 58: DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DAS INSCRIÇÕES FEITAS NOS TRÊS ÚLTIMOS CURSOS OFERECIDOS ATÉ 2024 PELO LINEA/INCT



Aproximadamente 80% dos inscritos são estudantes, em sua maioria graduandos, conforme apresentado no gráfico 18, das mais diversas áreas, como mostra o gráfico 19, denotando a importância da e-ciência na pesquisa moderna.

GRÁFICO 18: DISTRIBUIÇÃO TÍPICA DO ESTÁGIO DE CARREIRA DOS INSCRITOS NOS CURSOS OFERECIDOS PELO LINEA/INCT

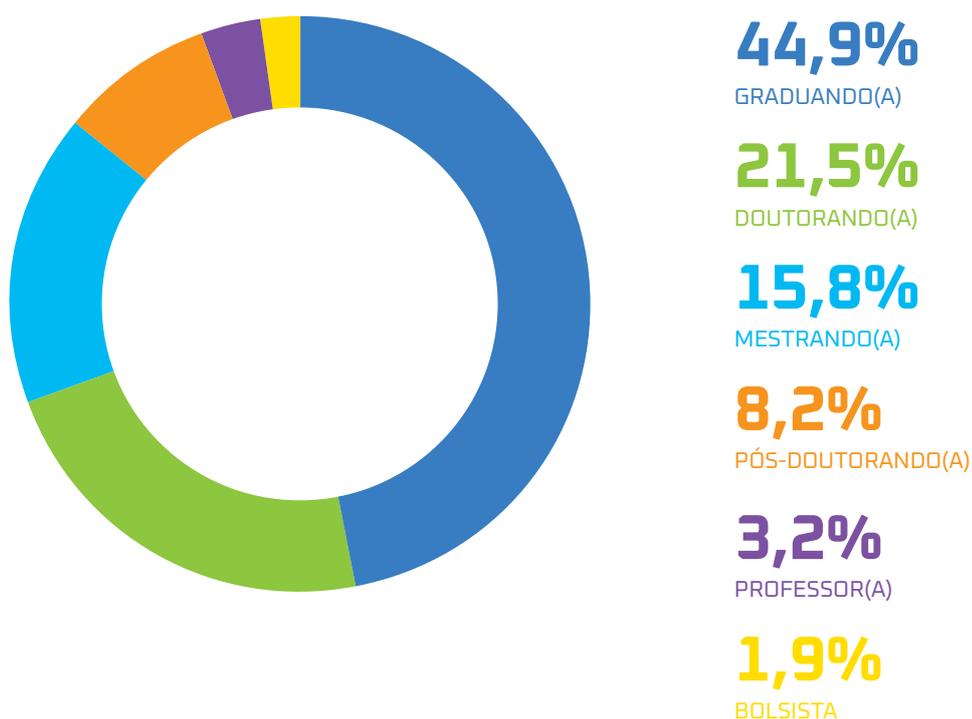
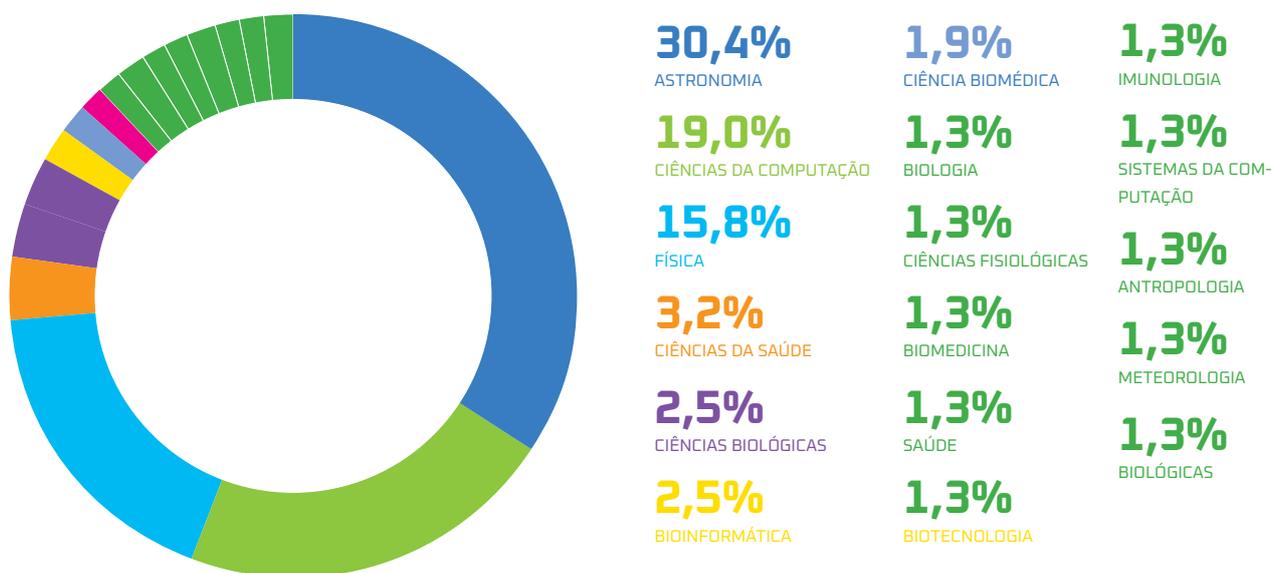
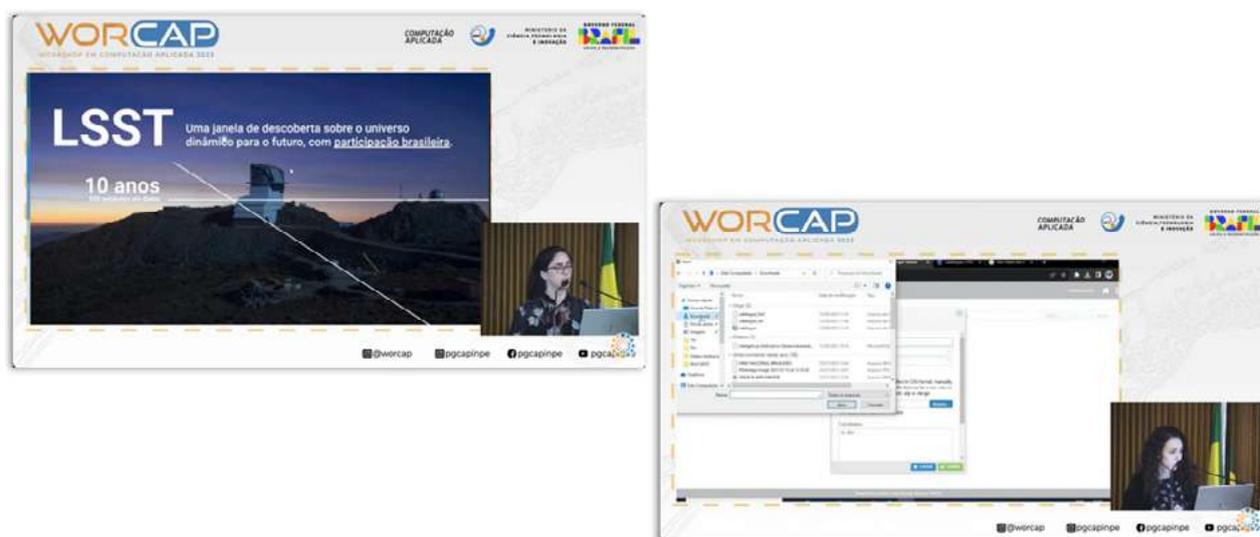


GRÁFICO 19: DIVERSIDADE DAS ÁREAS DE ATIVIDADE DOS INSCRITOS NOS CURSOS OFERECIDOS PELO LINEA/INCT



Importante citar a participação, em 2023, a convite da organização do Workshop de Computação Aplicada (WorCAP) do INPE, da Cientista de Dados, Julia Gschwend, e da ex estudante de iniciação científica, Andressa Wille, no evento com o minicurso de Jupyter Notebook³⁶, além da apresentação do projeto LSST. As figuras 59 e 60 marcam, por meio de captura de telas, essa participação.

FIGURA 59: CAPTURA DE TELAS DA PARTICIPAÇÃO DO INCT/LINEA NO WORCAP 2023



³⁶ <https://www.youtube.com/watch?v=agXyBzyoYJ0>

FIGURA 60: CAPTURA DE TELA COM OS TÓPICOS COBERTOS PELO MINICURSO NO WORCAP 2023



Webinars

Desde 2012 o **LineA** organizou quase 400 webinars semanais, abertos a toda comunidade, nos mais diversos tópicos científicos e técnicos. Os webinars são ministrados por tecnologistas e pesquisadores, a maioria internacionais, em diferentes estágios da carreira, incluindo lideranças de importantes projetos internacionais e jovens pesquisadores trabalhando em projetos de interesse da comunidade local. Cerca de 60% desses eventos foram realizados a partir de 2017 e o conjunto de gravações está disponível no site do **LineA**³⁷. A figura 61 mostra uma compilação de fotos de alguns desses palestrantes.

FIGURA 61: COLAGEM DE FOTOS DE PESQUISADORES QUE PARTICIPARAM DE WEBINARS DO LINEA/INCT



37 <https://www.linea.org.br/webinars>

Os webinars contribuem para atualizar a comunidade local das grandes tendências de pesquisa, apresentar novos projetos e discutir novas tecnologias. De maneira mais ampla, fazem parte do treinamento de jovens pesquisadores de como atuar num ambiente internacional, praticar o domínio da língua inglesa e conhecer colaboradores internacionais. Na tentativa de engajar a comunidade brasileira no projeto LSST, 42 desses webinars foram sobre diferentes aspectos do LSST e compõem um interessante acervo³⁸. Mais recentemente, com o aumento das atividades do **LIneA** em outras frentes, a série regular foi suspensa. É importante mencionar que dezenas dos webinars organizados desde 2012 foram focados em tópicos de interesse da comunidade de TI, tratando dos desafios associados a big data, inteligência artificial e “*data intensive astronomy*” (AXS, ParsI, Dask, funcX, Qserv, LSDB, Pegasus, Apache Spark, Delta Lake, Kubernetes, etc) e a operação de grandes centros de dados e e-ciência internacionais como IDIA³⁹ na África do Sul, DIRAC⁴⁰, IPAC⁴¹, IDIES⁴², MAST⁴³, NCSA⁴⁴, NOIRLab⁴⁵, Rubin Observatory⁴⁶, SLAC⁴⁷ e ZTF⁴⁸ nos Estados Unidos, ESA⁴⁹ e Escape⁵⁰ na Europa, CADC⁵¹ no Canadá, CDS⁵² e IN2P3⁵³ na França e WFAU⁵⁴ no UK. Vários desses palestrantes também fizeram parte do workshop “*On the Future of Data Centers and eScience Institutes*”⁵⁵ organizado pelo **LIneA** e anunciado internacionalmente⁵⁶.

Documentação e Tutoriais

Uma importante missão do INCT é preparar a nova geração de pesquisadores para enfrentar o desafio de extrair ciência de grandes volumes de dados, o que inclui habilitá-los no uso das modernas ferramentas de análise e da infraestrutura computacional. Como parte deste esforço a equipe do **LIneA** tem se preocupado na preparação de documentação escrita sobre como aproveitar os recursos computacionais no centro de dados e as ferramentas existentes, procurando facilitar a experiência do usuário e, sempre que possível, criar pequenos vídeos que facilitem o acesso às plataformas científicas.

38 <https://www.youtube.com/playlist?list=PLGFEWqwqBauCXpVSDZeZeNxptm61pAAkb7>

39 <https://idia.ac.za/about-idia>

40 <https://dirac.astro.washington.edu/>

41 <https://www.ipac.caltech.edu/>

42 <https://www.idies.jhu.edu/>

43 <https://archive.stsci.edu/>

44 <https://www.ncsa.illinois.edu/>

45 <https://noirlab.edu/public/>

46 <https://www.lsst.org/>

47 <https://www6.slac.stanford.edu/>

48 <https://www.ztf.caltech.edu/>

49 https://www.esa.int/About_Us/ESAC/Explore_the_cosmos_with_ESASky

50 <https://projectescape.eu/>

51 <https://www.cadc-ccda.hia-ihp.nrc-cnrc.gc.ca/en/>

52 <https://cds.unistra.fr/>

53 <https://www.in2p3.cnrs.fr/fr>

54 <https://www.roe.ac.uk/ifa/wfau/>

55 <https://workshop2021.linea.org.br/>

56 <https://projectescape.eu/events/future-data-centers-and-esience-institutes-workshop>

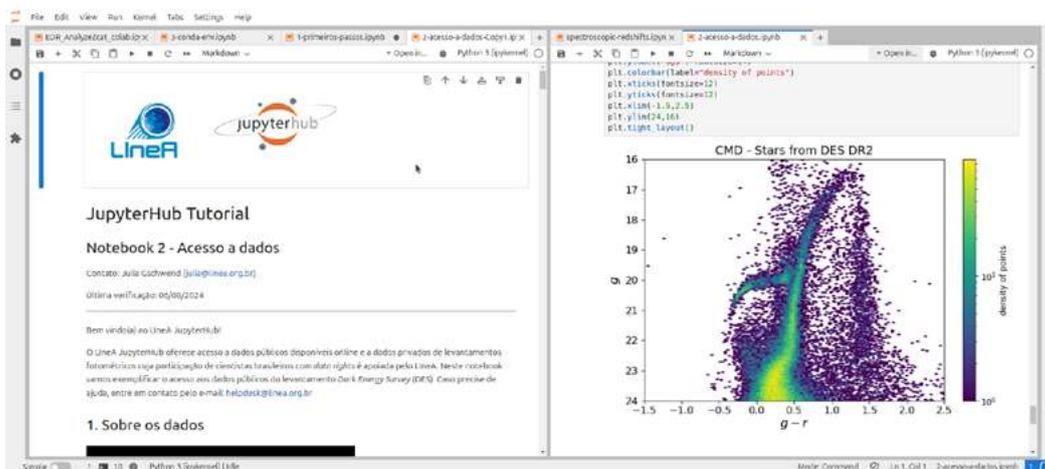
A figura 62 mostra a captura de tela da primeira página da documentação online mantida pelo **LineA** e acessível a partir do site⁵⁷, listando à esquerda todos os tópicos descritos.

FIGURA 62: CAPTURA DE TELA DA DOCUMENTAÇÃO SOBRE O CENTRO DE DADOS OPERADO PELO LINEA COM O APOIO DO INCT



Importante citar a série de *jupyter notebooks*, com tutoriais de acesso ao banco dados, análise exploratória, criação de gráficos e gerenciamento de ambientes virtuais, mantido em um repositório público⁵⁸ e oferecido para os usuários do serviço Jupyter Hub. Neste repositório, os usuários também têm um espaço para contribuir com *notebooks* com exemplos de casos de uso, fomentando a colaboração e o compartilhamento de experiências entre usuários. A figura 63 apresenta capturas de tela da Plataforma LineA JupyterHub, na versão Jupyter Lab, o segundo, de uma série de três notebooks, com passo-a-passo para acesso aos dados públicos do levantamento DES, disponibilizados no banco de dados do **LineA**.

FIGURA 63: CAPTURAS DE TELA DA PLATAFORMA LINEA JUPYTERHUB, NA VERSÃO JUPYTER LAB



57 <https://docs.linea.org.br/data/index.html>

58 <https://github.com/linea-it/jupyterhub-tutorial>

Complementando esta informação, também está sendo produzida documentação sobre as novas plataformas científicas, para acesso nas próprias plataformas. As figuras 64 e 65 mostram exemplos para a ferramenta *photo-z server* e portal do sistema solar, respectivamente.

FIGURA 64: DOCUMENTAÇÃO SOBRE A PLATAFORMA PHOTO-Z SERVER, ACESSÍVEL PELA FERRAMENTA

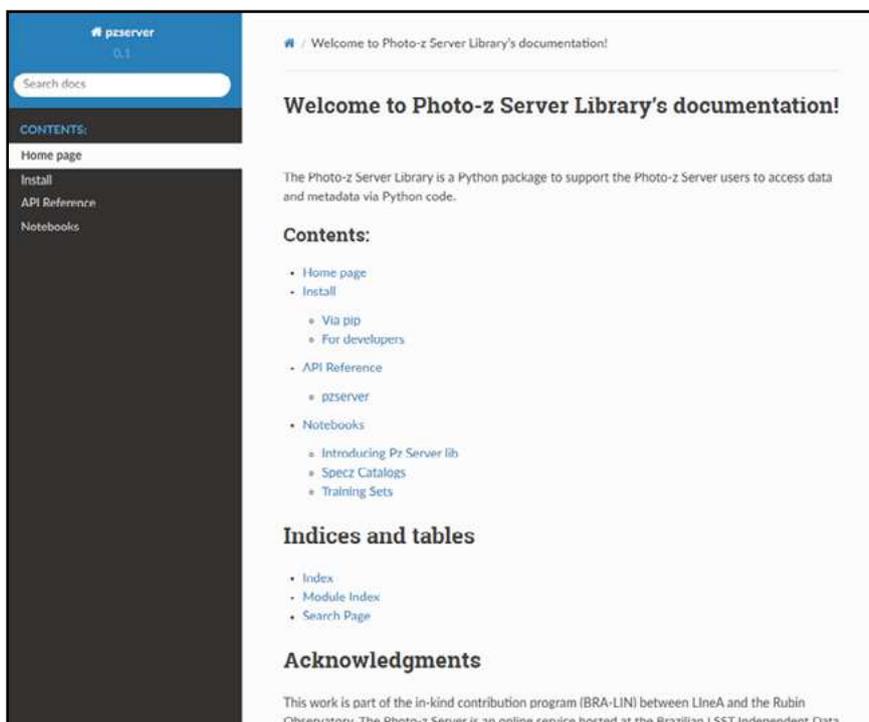
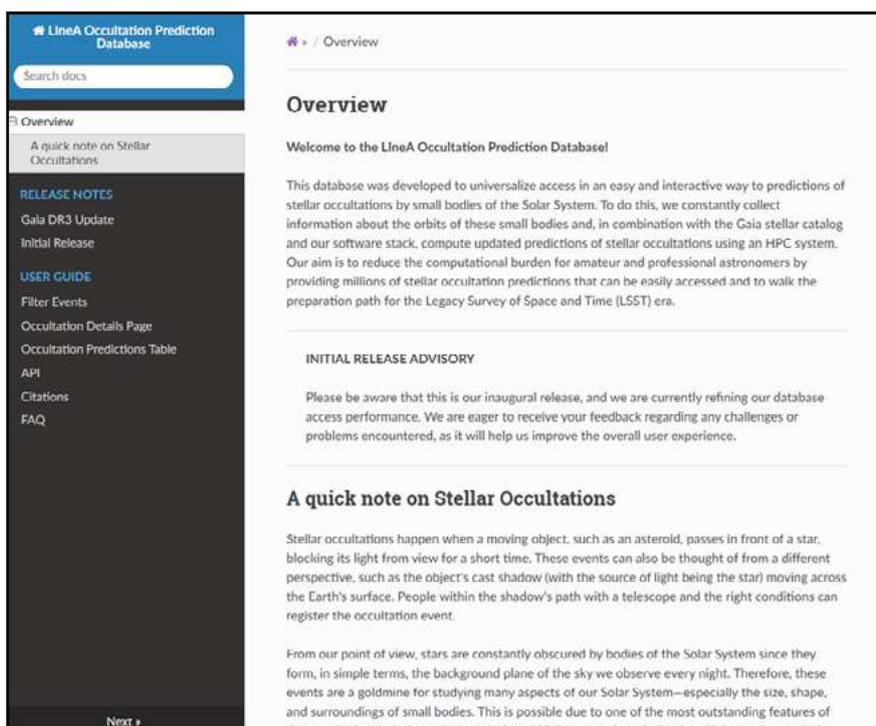


FIGURA 65: DOCUMENTAÇÃO SOBRE O PORTAL DO SISTEMA SOLAR, ACESSÍVEL PELA FERRAMENTA



Além da documentação escrita ao longo dos anos, foram desenvolvidos e disponibilizados no Google Classroom quatro tutoriais⁵⁹ sobre como acessar diferentes serviços do **LineA** e sobre as plataformas. São eles:

- > DES Science Portal, retirado de operação pelas dificuldades de atualizar as bibliotecas usadas
- > MaNGA portal
- > LineA Science Server versão NCSA
- > Portal do Sistema Solar

O objetivo desses tutoriais, com dois exemplos apresentados nas figuras 66 e 67, é facilitar o aproveitamento das ferramentas ilustrando todas as suas funcionalidades.

FIGURA 66: CAPTURA DE TELA DE VÍDEO TUTORIAL PRODUZIDO PARA O DES SCIENCE PORTAL

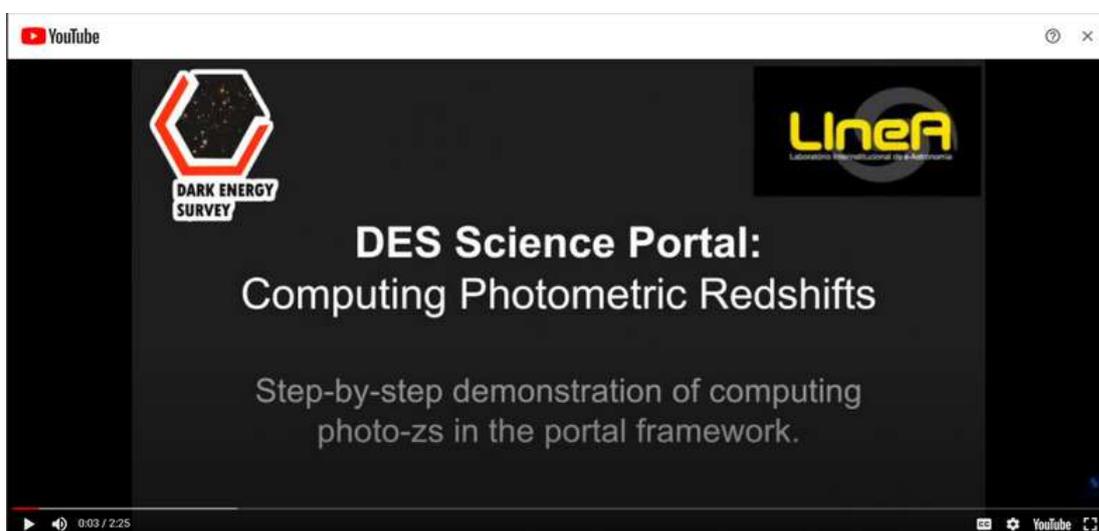


FIGURA 67: CAPTURA DE TELA DE VÍDEO TUTORIAL PRODUZIDOS PARA A PLATAFORMA LINEA SCIENCE SERVER



59 <https://classroom.google.com/c/NjE3MjM1MDE1NzI4?cjc=sffu7kf>

Bootcamp

O LIneA Bootcamp foi promovido no âmbito do INCT do e-Universo, em 2019. Reuniu estudantes, pesquisadores e convidados, com apresentações, palestras, tutoriais e aulas práticas preparadas por pesquisadores, membros das equipes técnicas e do grupo de gestão do **LIneA**, sobre astronomia, tecnologia e big data.

Foram abordados diversos temas como a organização, protocolos e padrões utilizados no **LIneA**, ferramentas astronômicas disponíveis para a análise de dados, o uso avançado da infraestrutura oferecida pelo laboratório, a criação de pipelines para o uso dos portais científicos, aprendizado e utilização de notebooks a partir da plataforma JupyterLab, colaborações científicas, análise de dados do Dark Energy Survey. As mais de 40 apresentações foram gravadas e estão disponíveis no Google Classroom⁶⁰.

A reunião contou com participantes de diferentes estados e instituições brasileiras, como Espírito Santo (UFES), Brasília (UnB), Paraná (UTFPR, UEPG), São Paulo (USP, UNESP) e Rio Grande do Sul (UFRGS, UFSM). A figura 68 ilustra, com uma foto, os presentes no bootcamp, ressaltando que vários deles participam dos projetos apoiados pelo **LIneA/INCT**, em particular DES e LSST no Brasil ou no exterior.

FIGURA 68: FOTO COM OS PARTICIPANTES DO LINEA BOOTCAMP, 2019



60 <https://classroom.google.com/c/NjE3MjM1MDE2MTE4?cjc=iei7dni>

COMUNICAÇÃO & DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Comunicação

A AMPLIAÇÃO DO ACESSO AOS CONHECIMENTOS, À INFRAESTRUTURA DE PESQUISA, A DISSEMINAÇÃO DA ASTRONOMIA E DA E-CIÊNCIA SÃO ESTRUTURANTES NA ESTRATÉGIA DO INCT DO E-UNIVERSO.

O eixo envolve a produção e divulgação de vídeos, entrevistas, filmes, livros, apresentações, notícias e informes sobre as pesquisas, os participantes, as atividades do **LineA** e INCT e demais instituições parceiras. Envolve ainda o desenvolvimento e a manutenção do site que organiza as informações e potencializa o acesso e a informação.

Inicialmente, as atividades de comunicação eram feitas por pesquisadores individuais, sem experiência na atividade e com dificuldade de conciliar pesquisa e comunicação. Não obstante, é importante mencionar importantes produtos de divulgação realizados nesse período, como a participação de pesquisadores brasileiros em livros⁶¹, e o filme produzido pela colaboração DES. O filme, intitulado *"Why is the Universe Speeding up"*⁶², foi dirigido pelo cineasta espanhol Alex Muntada Tarradas e está ilustrado na figura 69.

FIGURA 69: CAPTURA DE TELA DA ENTREVISTA COM O COORDENADOR DO INCT PARA O FILME "WHY IS THE UNIVERSE SPEEDING UP"



61 https://www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/q0247?srsItd=AfmBOoogmKuH2wrVANtQtyl25CnryTogET9y9voU7Vc_-2mhw5SZTi8w#t=aboutBook

62 <https://www.youtube.com/watch?v=JcCeHexYzPY>

A pesquisa apresentada na publicação “Brasil na era do LSST”⁶³, em 2021, e descrita no item desenvolvimento institucional deste relatório, fortaleceu o propósito e vocação do **LineA** de aproximar a sociedade do conhecimento científico. O contexto da pesquisa, sucedendo a Pandemia de Covid19, ressaltou a importância da contribuição desse esforço compartilhado entre as instituições e atores da CT&I, e motivou a criação de um grupo dedicado a essa atividade. O grupo é formado majoritariamente por bolsistas do INCT, com diferentes perfis, para ajudar nesse empreendimento com um grande impacto nos últimos anos. A figura 70, apresenta recortes da pesquisa “Brasil na era do LSST”, realizada por firma especializada, para a elaboração do plano diretor para o **LineA**, destacando a importância estratégica da informação e comunicação.

FIGURA 70: RECORTES DA PESQUISA “BRASIL NA ERA DO LSST”

 <p>Brasil na era do LSST</p> <p>O projeto Legacy Survey of Space and Time (LSST) em breve dará início às observações de metade do céu no Vera C. Rubin Observatory. Durante 10 anos (2022-2032), o levantamento produzirá um acervo de dados sem precedentes em termos de volume, qualidade, profundidade, cobertura espacial e cadência.</p> <p>Este acervo abre novas oportunidades de pesquisa na área da astronomia, além da possibilidade de responder questões fundamentais de física moderna como a natureza da matéria escura e possíveis limitações da teoria da relatividade geral. Saiba mais sobre o LSST em bit.ly/cosmos1827.</p> <p>O objetivo do LineA é implantar uma infraestrutura adequada que dê acesso a dados e ferramentas para a exploração científica deste acervo pela comunidade brasileira. Para ajudar e reforçar, o LineA também está elaborando cursos e tutoriais de introdução aos dados e ferramentas disponíveis para estudantes, jovens pesquisadores e novos membros.</p> <p>Isso permitirá ainda disponibilizar material educacional em português para o público em geral.</p>	<p>A ciência pós-pandemia é ainda mais remota/online e mais acessível. Grupos de pesquisa, congressos, workshops, cursos, palestras em âmbito nacional e internacional à distância de um clique.</p> <p>A acessibilidade à informação promove mais do que de fato o acesso. Abre portas para a troca de conhecimento e aflora o senso de pertencimento.</p> <p>A necessidade de divulgação ampla do trabalho científico é urgente. Seja como ferramenta de defesa às forças contrárias como para aumentar o engajamento da comunidade com o que é desenvolvido no LineA e a opinião pública sobre os benefícios da pesquisa.</p> <p>Se a polarização ajudou a criar negacionistas que endossam as ações contra a ciência, por outro lado os simpatizantes à ciência tornaram-se defensores.</p> <p>Uma força social é ideal para impulsionar o senso de pertencimento e a disseminação das benesses da ciência à sociedade, tão motivador à comunidade.</p>
---	---

O esforço de comunicação e divulgação feito pelo **LineA/INCT** conta atualmente com a contribuição de pessoas especializadas. Em um primeiro momento com bolsistas, como já mencionado, e, mais recentemente, pela contratação de uma firma de assessoria de imprensa, que vem contribuindo para prospectar oportunidades e apoiar a participação do INCT e seus membros em entrevistas e notícias na mídia. Isto está sendo feito em conjunto com o grupo de comunicação do **LineA**, que é responsável por desenvolver textos e materiais sobre as áreas de conhecimento tratadas pelo INCT e às descobertas científicas relacionadas, com linguagem acessível ao público em geral.

63 <https://www.linea.org.br/admin/wp-content/uploads/2024/08/LineA-Brasil-na-era-do-LSST.pdf>

LIneA na Mídia

O **LIneA** e, a partir de 2018, o **INCT do e-Universo**, tem presença na mídia do país, considerando veículos nacionais e regionais, em matérias e notícias. Até agosto de 2024 estão registradas 167 publicações, sendo que a lista completa está acessível no site⁶⁴.

A figura 71, apresenta um exemplo de chamadas feitas no site, de notícias veiculadas na imprensa sobre o INCT, o **LIneA** e os projetos apoiados.

FIGURA 71: CAPTURA DE TELA DO LINEA NA MÍDIA



Entre os exemplos, cabe mencionar matérias como “Brasil participa de projeto inédito superteloscópio (2016)⁶⁵; “**LIneA** sedia lançamento do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) do e-Universo (2017)”⁶⁶; “FAPERJ promove reunião de avaliação dos INCTs sediados no Rio de Janeiro” (2023)⁶⁷.

Em 2024, duas novas campanhas foram desenvolvidas. A primeira, foi um esforço realizado pela equipe de comunicação do **LIneA**, que produziu e enviou uma matéria às Universidades dos pesquisadores participantes do BPG, relatando a participação brasileira do projeto LSST e novidades acerca da construção do Observatório. A segunda, foi o resultado da contratação de uma assessoria de imprensa com o objetivo de conseguir maior visibilidade ao trabalho do **LIneA** e INCT, em suas mais recentes realizações. Combinadas, estas campanhas resultaram em 112 publicações em veículos nacionais, nos meios de comunicação das instituições acadêmicas e em dezenas de veículos regionais de diversos estados brasileiros. Entre essas publicações:

64 <https://www.linea.org.br/linea-na-midia>

65 <https://oglobo.globo.com/saude/ciencia/brasil-participa-de-projeto-inedito-de-superteloscopio-18445615>

66 <https://siteantigo.faperj.br/?id=3388.2.0>

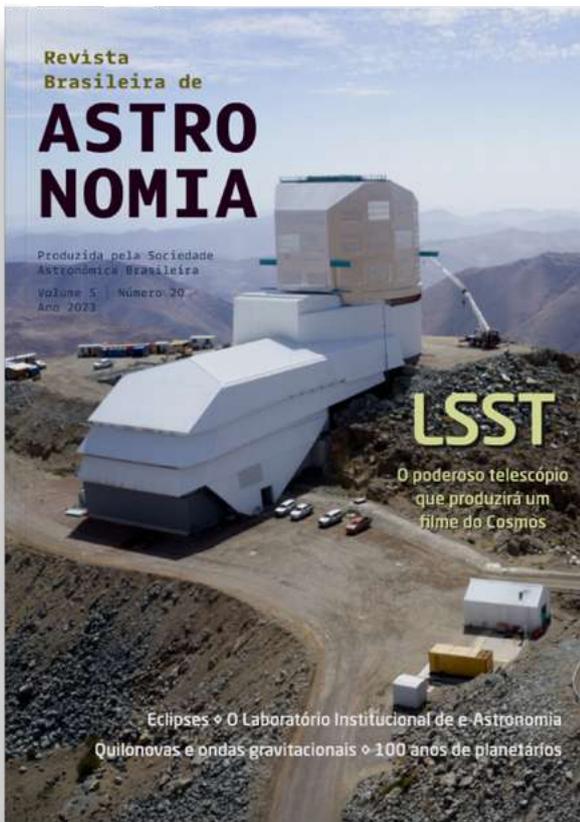
67 <https://oglobo.globo.com/saude/ciencia/brasil-participa-de-projeto-inedito-de-superteloscopio-18445615>

VEJA	Telescópio chileno mapeará o céu para tentar explicar grandes mistérios do espaço
Isto É	Supertelescópio cobrirá área equivalente ao tamanho de 40 luas cheias
CNN Brasil	Brasil garante presença em projeto de supertelescópio com maior câmera do mundo
Agência Brasil	Brasil integra projeto de supertelescópio para mapear o céu por 10 anos
CBN	Conheça projeto de supertelescópio para mapear céu, com participação de pesquisadores brasileiros
Folha de SP	Brasil participa de projeto de supertelescópio para varredura do céu
Superinteressante	Brasil integra projeto de telescópio gigante para entender a energia escura
Galileu	Projeto que vai fotografar espaço com maior câmera do mundo tem participação do Brasil
ABC	Brasil vai integrar ambicioso projeto de supertelescópio para mapear o céu por 10 anos
UFF	Pesquisador da UFF participa de projeto internacional inédito para mapeamento do universo
UNESP	Com a maior câmera digital do mundo, Observatório Vera Rubin promete revolucionar os estudos sobre a matéria escura
UFRGS	Pesquisadores da UFRGS vão integrar audacioso projeto de observação do céu do Hemisfério Sul
UFU	Astrônomos brasileiros elaboram projeto para mapear o céu

O projeto LSST também objeto de matéria para a Revista Brasileira de Astronomia⁶⁸, publicada pela Sociedade Astronômica Brasileira (SAB), ao final de 2023. A publicação inclui uma matéria redigida pelo coordenador do BPG e vice-coordenador do INCT, Rogério Rosenfeld, e por Thaisa Storchi-Bergmann, vice-coordenadora do BPG. Nela é feita uma descrição do projeto e os vários temas científicos que serão abordados a partir dele. A matéria inclui, ainda, uma entrevista com o coordenador do INCT que, como mencionado acima, é o responsável pela contribuição brasileira para o Observatório Rubin. A figura 72 ilustra com recortes esse importante resultado de comunicação.

68 https://sab-astro.org.br/wp-content/uploads/2023/12/RBA-20_online.pdf

FIGURA 72: RECORTES DA MATÉRIA SOBRE O LSST E ENTREVISTA SOBRE O LINEA, PUBLICADA NA REVISTA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA EM DEZEMBRO DE 2023.



Entrevistas e Apresentações

Membros do INCT ou pesquisadores associados aos projetos apoiados vem participando de várias entrevistas, realizadas por diferentes veículos de comunicação, institucionais e/ou comerciais. Todo material produzido pode ser encontrado no site do **LineA**⁶⁹, contando, de alguma forma, a história do projeto ao longo dos anos. A figura 73 registra alguns exemplos dessas entrevistas.

FIGURA 73: EXEMPLOS DAS ENTREVISTAS REALIZADAS AO LONGO DOS ANOS REFLETINDO DIFERENTES MOMENTOS DO LINEA E DO INCT



Importante mencionar, ainda, as várias apresentações sobre o **LineA** e o INCT, realizadas, em diferentes instituições brasileiras, algumas gravadas e também disponíveis no site. Entre estas, vale destacar:

- > Apresentação do coordenador do INCT no encontro de dois dias organizado, em novembro de 2019, pelo CNPq em Brasília. Um vídeo foi produzido e exibido durante a reunião. Recentemente, novos vídeos sobre o INCT e seus legados foram produzidos e são apresentados mais abaixo.
- > Apresentação feita pelo coordenador do INCT, em novembro de 2023, durante a cerimônia⁷⁰ realizada na Academia Nacional de Medicina, organizada pela FAPERJ. O objetivo da cerimônia foi rever os resultados alcançados pelos INCTs apoiados pelo Estado do Rio de Janeiro.

As figuras 74 e 75 ilustram essas atividades que contribuem para a divulgação do trabalho realizado pelo **LineA/INCT**.

69 <https://www.linea.org.br/category/entrevistas>

70 <https://www.linea.org.br/noticia/coordenador-do-inct-do-e-universo-se-apresenta-no-evento-de-acompanhamento-dos-incts-faperj>

FIGURA 74: CAPTURA DE TELA DO VÍDEO PRODUZIDO PELO INCT DO E-UNIVERSO PARA EVENTO ORGANIZADO PELO CNPQ, EM 2019.

ASSISTA AO VÍDEO
APONTANDO A CÂMERA
DO SEU CELULAR PARA
O QR CODE



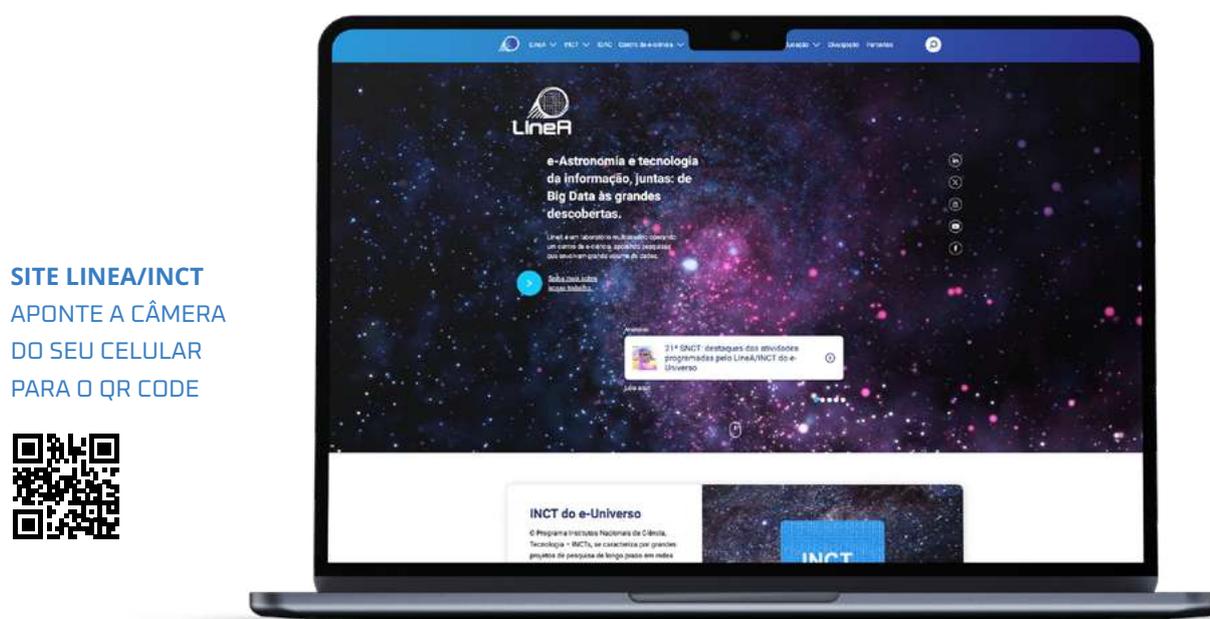
FIGURA 75: FOTO DA APRESENTAÇÃO DO COORDENADOR DO INCT DO E-UNIVERSO NA ACADEMIA BRASILEIRA DE MEDICINA, EM 2023



O Site do LineA/INCT do e-Universo

O **LineA** mantém um site desde o início de sua operação, para divulgar o trabalho realizado pelo laboratório. Devido a limitações orçamentárias, o site foi originalmente desenvolvido pela pequena equipe de TI, também responsável pelo desenvolvimento das plataformas científicas. O site foi sendo aperfeiçoado e, com o início do **INCT do e-Universo**, a decisão foi potencializar a sinergia e integrar as informações em um site **LineA/INCT**. Recentemente esse site⁷¹ passou por uma grande reformulação, graças a contratação de uma firma especializada, o tornando mais atrativo e responsivo para o usuário. Outra mudança significativa foi em relação à organização do seu conteúdo, agora melhor estruturado e de fácil acesso aos que navegam em suas páginas. A figura 76 apresenta uma captura de tela do novo site, que convida à exploração sobre a história, os números, os projetos, os resultados, os conteúdos e materiais de divulgação sobre o **LineA** e o **INCT do e-Universo**.

FIGURA 76: CAPTURA DE TELA DA PÁGINA INICIAL DO ATUAL SITE DO LINEA/INCT



Sendo um grande repositório da história do **LineA/INCT do e-Universo**, o site reúne diversos tipos de conteúdo, dando acesso a:

- > Informações sobre o **LineA** e o **INCT do e-Universo**, os membros, as colaborações científicas, os projetos apoiados e os parceiros
- > A produção científica, como teses, publicações
- > As atividades de educação e apoio ao usuário da infraestrutura **LineA**
- > Os investimentos, bolsas, viagens, marco legal, com transparência e acesso às informações
- > Informes para usuários, parceiros, estudantes e público em geral
- > Acesso às plataformas científicas e documentação

71 <https://www.linea.org.br/>

> Notícias sobre as atividades do **LineA**/INCT, sobre as pesquisas e as instituições parceiras, ilustradas na figura 77.

FIGURA 77: CAPTURA DE TELAS, COM EXEMPLOS DE NOTÍCIAS PUBLICADAS ROTINEIRAMENTE NO SITE



O **LineA News** é um mecanismo utilizado para divulgar notícias, informes e novidades sobre as atividades do **LineA**, INCT, BPG, IDAC, dentre outras, para uma lista composta por mais de 1.100 pessoas. Além dos envios individuais, quando necessário, o LineA News também é enviado a cada três meses com uma compilação das notícias publicadas no site no período. A figura 78 apresenta uma captura de tela da 68ª edição do LineA News, a mais recente até o momento.

FIGURA 78: CAPTURA DE TELA DA 68ª EDIÇÃO DO LINEA NEWS, DE JUNHO DE 2024



Vídeos Institucionais

Como parte da estratégia de consolidar o trabalho realizado pelo **LineA/INCT do e-Uni-verso**, foram desenvolvidos três vídeos institucionais, cujas telas estão apresentadas nas figuras 79, 80 e 81, com QR codes que permitem o acesso direto.

FIGURA 79: **VÍDEO LINEA: UM CENTRO DE E-CIÊNCIA**⁷²

ASSISTA AO VÍDEO
APONTANDO A CÂMERA
DO SEU CELULAR PARA
O QR CODE



FIGURA 80: **INDEPENDENT DATA ACCESS CENTER - IDAC BRASIL (LINEA)**⁷³

ASSISTA AO VÍDEO
APONTANDO A CÂMERA
DO SEU CELULAR PARA
O QR CODE



72 <https://youtu.be/4oiEktzTkTA>

73 <https://youtu.be/j0NCNa2-u8E>

FIGURA 81: INCT DO E-UNIVERSO: TRAJETÓRIA E LEGADOS⁷⁴

ASSISTA AO VÍDEO
APONTANDO A CÂMERA
DO SEU CELULAR PARA
O QR CODE



Redes Sociais

Além do site, o **LineA** mantém presença nas redes sociais, tendo o seu número de seguidores – até agosto de 2024 – organizados na tabela 7, abaixo:

TABELA 7: NÚMERO DE SEGUIDORES POR REDE SOCIAL DO LINEA

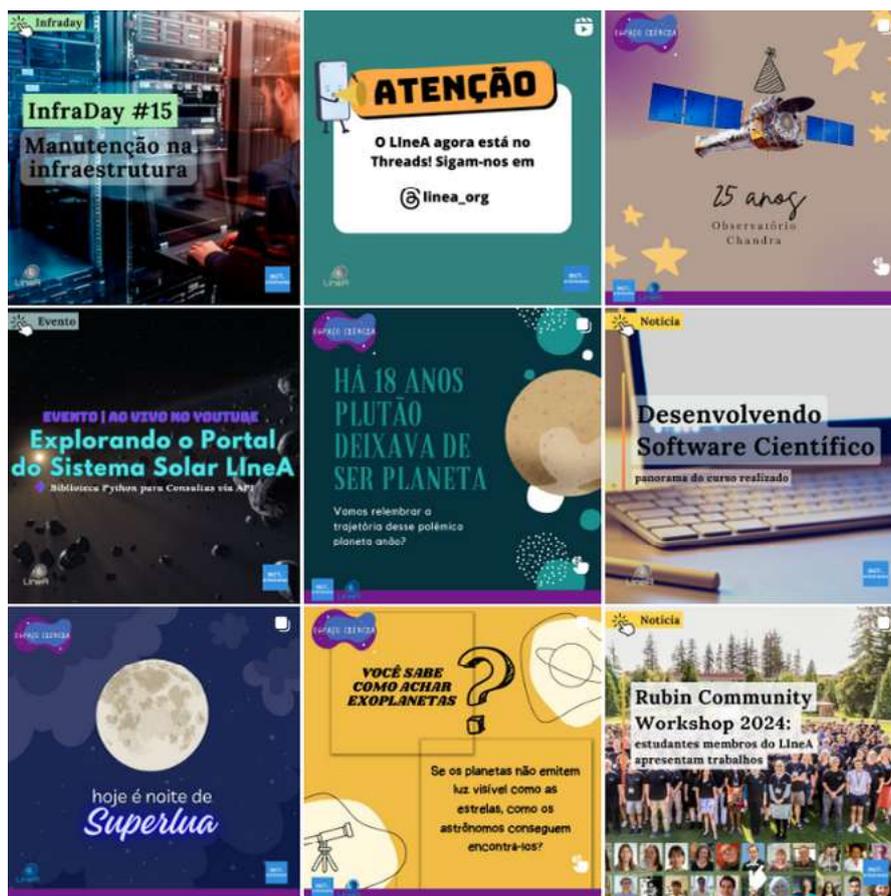
Rede Social	Seguidores
Instagram (@linea_org)	504
Facebook (@linea.org)	1400
X/Twitter (@linea_org)	660
YouTube (@linea_org)	542

Este número de seguidores tem crescido significativamente no último ano, graças à entrada de bolsistas na área de comunicação, divulgação científica e educação (CDE). Com mais pessoas dedicadas ao desenvolvimento de posts, notícias e cursos, é perceptível o aumento das atividades na área, demonstrando a importância de ter uma equipe de especialistas dedicados. Nesse momento a frequência dos posts é de 10 a 15 publicações por mês.

A figura 82 mostra exemplos de posts publicados no Instagram pela equipe de comunicação, cobrindo os mais variados assuntos, buscando ao mesmo tempo informar usuários do laboratório e engajar o grande público com fatos e curiosidades sobre a astronomia.

⁷⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=TX61BMryKbo>

FIGURA 82: EXEMPLOS DE POSTS PUBLICADOS NO INSTAGRAM DO LINEA



Divulgação Científica

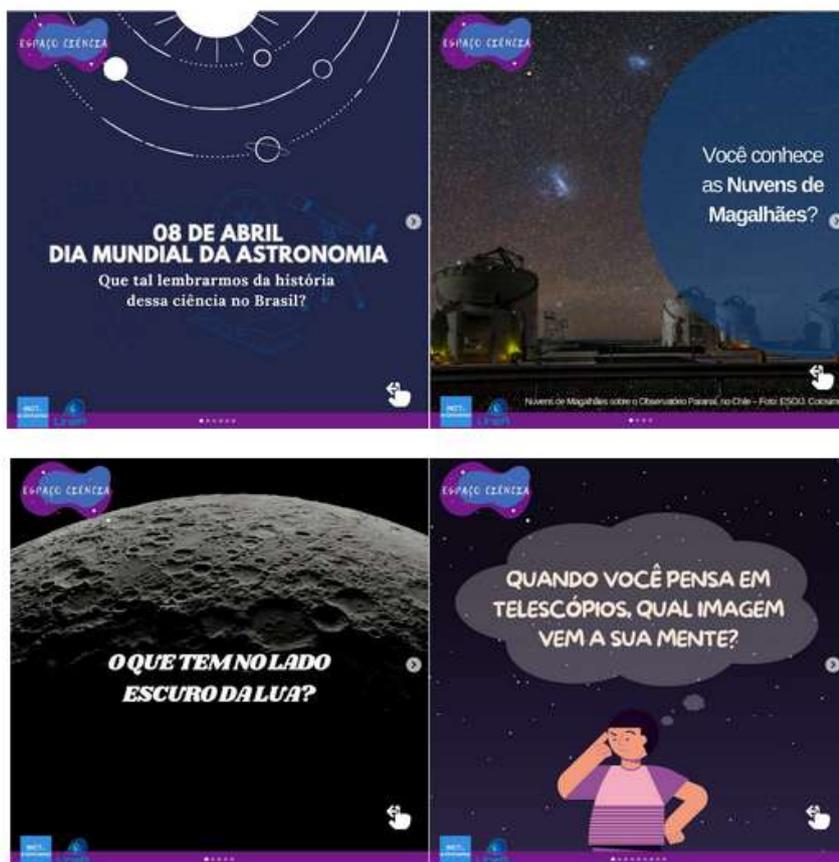
Aproximar a pesquisa e a produção do conhecimento científico da sociedade é um desafio contemporâneo fundamental. A divulgação científica amplia o entendimento e apoio aos investimentos na área, contribui para o incentivo às carreiras científicas e é antídoto para o negacionismo e a disseminação da anticiência.

O LINEA VEM DESENVOLVENDO E AMPLIANDO SEU ESFORÇO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA, BUSCANDO QUE AS INFORMAÇÕES SOBRE ASTRONOMIA, E-CIÊNCIA E TODAS AS NOVAS DESCOBERTAS NESSES CAMPOS ATINJAM DIFERENTES PÚBLICOS, DE FORMA MAIS CLARA E SIMPLES POSSÍVEL, SEM PERDER O RIGOR TÉCNICO.

Entre as ações realizadas estão postagens nas redes sociais, atividades e palestras envolvendo os pesquisadores do INCT, participação em eventos voltados para divulgação científica, entre outros.

Com participação de pessoas especializadas na área, nesse último período, foi possível a criação e postagens regulares de conteúdos, resultando na criação do “Espaço Ciência”. O processo de planejamento das pautas, pesquisa e criação dos posts inclui a validação por parte de pesquisadores parceiros do laboratório. As postagens acontecem semanalmente, em todas as redes sociais do **LineA**. Os conteúdos podem abordar acontecimentos astronômicos, datas importantes, curiosidades, atividades realizadas ou a serem realizadas. A figura 83 apresenta alguns exemplos de postagens de divulgação científica, sendo possível observar a identidade visual característica do Espaço Ciência.

FIGURA 83: EXEMPLO DE POSTAGENS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NO ESPAÇO CIÊNCIA DO LINEA



Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT)

O **LineA/INCT** participa regularmente da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT)⁷⁵, trazendo o foco da astronomia e da e-ciência. A SNCT é o principal evento de divulgação científica do Brasil, realizado há 20 anos pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), com atividades em todas as regiões.

Inicialmente as atividades do **LineA** se concentram no Observatório Nacional. Em 2018, com apoio do **INCT do e-Universo**, elas se estenderam para em diferentes instituições, como no ON/MAST, UFRGS, UFF e a Casa da Ciência. A figura 84 ilustra, com uma colagem de fotos, o estande e alguns dos participantes do INCT, durante a abertura ao público.

75 <https://semanact.mcti.gov.br/>

FIGURA 84: COLAGEM DE FOTOS DO STAND E ALGUNS DOS PARTICIPANTES DO INCT DO E-UNIVERSO NA SNCT DE 2018



Em 2019 o **LineA/INCT** contribuiu para SNCT com estandes sobre a profissão do astrônomo e as pesquisas na era dos grandes levantamentos, ilustrados com fotos na figura 85, além de atividades para compreensão de galáxias e do telescópio Vera Rubin.

FIGURA 85: FOTOS DE ESTANDES ORGANIZADOS PELO LINEA/INCT NA SNCT DE 2019



O contexto da pandemia Covid 19 levou a SNCT a recorrer ao modelo *on-line*, o que se mostrou ser uma ótima alternativa para avançar na divulgação da ciência e oportunidade para enriquecer o debate com a comunidade.

Da Semana de 2020 cabe ressaltar as colaborações com instituições parceiras, como o caso do Planetário do Rio, no ciclo de palestras intitulado “Astronomia ao Entardecer”⁷⁶, cujo programa está apresentado na figura 86.

⁷⁶ <https://planeta.rio/astronomia-ao-entardecer-2020/>

FIGURA 86: PROGRAMAÇÃO DO CICLO DE PALESTRAS ASTRONOMIA AO ENTARDECER, PARCERIA ENTRE O PLANETÁRIO E O LINEA

Astronomia ao Entardecer

Horário: **19 horas**
 Como acessar: **Via YouTube**

A Fundação Planetário do Rio de Janeiro, o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia do e-Universo (INCT do e-Universo) e o Laboratório Interinstitucional de e-Astronomia (LineA) realizarão durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia de 2020 (19-23 de outubro), um ciclo de palestras virtuais sobre atualidades astronômicas intitulado Astronomia ao Entardecer.

Os temas estão relacionados com os estudos efetuados em diversos programas observacionais internacionais que são apoiados pelo INCT do e-Universo. As palestras duram de 30-40 minutos e após as mesmas, haverá possibilidade de colocação de perguntas.

Programa

<p>Dia 19 (Segunda-feira)</p> <p>Jaderson Schimola (UFSM) Buracos Negros Supermassivos – os ralos cósmicos</p>	<p>Dia 20 (Terça-feira)</p> <p>Altair Gomes (UNESP) Mapeando os confins do sistema solar</p>	<p>Dia 21 (Quarta-feira)</p> <p>Alex Wuensche (INPE) Que destino nos reservam os astros?</p>
<p>Dia 22 (Quinta-feira)</p> <p>Adriano Pieres (LineA) O nosso universo-ilha – a Via Láctea</p>	<p>Dia 23 (Sexta-feira)</p> <p>Mariana Penna Lima (UNB) Questões cosmológicas atuais</p>	

Logos: Planetário 50 anos, Prefeitura do Palácio do Rio de Janeiro, INCT e-Universo, LineA

Em 2021 destacam-se três apresentações realizadas, cobrindo diferentes assuntos e temas da astronomia, ilustradas na figura 87.

FIGURA 87: APRESENTAÇÕES DO LINEA/INCT NA SNCT DE 2021

Three Polaroid-style posters for presentations at SNCT 2021:

- Poster 1:** "#18SNCT #LINEA18SNCT #PLANETARIOODRIO. Desvendando o lado escuro do universo. 07.10 | 19H. DR. MARIANA PENNA-LIMA. Image: A glowing nebula or galaxy structure.
- Poster 2:** "#18SNCT #LINEA18SNCT #PLANETARIOODRIO. Quem procura, acha! 06.10 | 19H. DR. JULIO CAMARGO. Image: A crescent moon in a starry sky.
- Poster 3:** "#18SNCT #LINEA18SNCT #PLANETARIOODRIO. O Calendário Cósmico. 05.10 | 19H. DR. ADRIANO PIERES. Image: A spiral galaxy with a central bright core.

No ano de 2022, como forma de apresentar o trabalho realizado pelos estudantes de iniciação científica do **LineA/LSST Corporation** (atual LSST Discovery Alliance), foi organizada a participação do estudante Gabriel Oliveira (UFMS), em *live* do canal de YouTube de divulgação científica sobre astronomia chamado “Astrotubers”. A figura 88 apresenta uma captura de tela dessa participação, que debateu sobre a pesquisa e a experiência como bolsista do LSST Corporation (Discovery Alliance).

FIGURA 88: CAPTURA DE TELA DA PARTICIPAÇÃO DO ESTUDANTE DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO LINEA, GABRIEL OLIVEIRA EM LIVE COM OS ASTROTUBERS



Em 2023 a SCNT também contou com um ciclo de palestras e apresentação do portal de Ocultações Estelares do **LineA/INCT**, exemplificado na figura 89.

FIGURA 89: CARDS DE DIVULGAÇÃO DAS PALESTRAS LINEA/INCT NA SCNT DE 2023



Para o ano de 2024, estão sendo organizadas atividades para todos os dias nessa que é a 21a SNCT, incluindo palestras sobre astronomia e divulgação científica, mesa redonda com foco nos diversos tipos de atuação na astronomia, curso de treinamento em casos de uso com o Jupyter Notebook e uma interação entre os estudantes do Colégio Andrews e o **LineA** sobre a astronomia. Todo o material está disponível em uma playlist especial no YouTube⁷⁷ do **LineA**.

As pesquisadoras do BPG

Uma série especial de palestras foi criada pelo **LineA/INCT** marcando o mês de março, que vem sendo crescentemente dedicado ao tema da mulher, incluindo o combate às desigualdades entre gêneros e a ampliação das oportunidades para as mulheres em áreas que ainda vivem interdições, entre elas as carreiras científicas. A série destacou as pesquisadoras do BPG, trazendo a experiência de mulheres no meio acadêmico e buscando despertar o interesse de jovens estudantes no projeto LSST. Foi convidada uma pesquisadora de cada área do BPG, cujas palestras, além da apresentação geral do ciclo, estão ilustradas na figura 90.

FIGURA 90: **SÉRIE ESPECIAL DE PALESTRAS SOBRE A PARTICIPAÇÃO DAS PESQUISADORAS NO LINEA/INCT**



77 <https://www.youtube.com/playlist?list=PLGFEWqwqBauAS1KqLGGNYdcqPtwoZlwwP>

Convidada da semana:



**Dr^a
Mariana
Penna-Lima**
UnB



Convidada da semana:



**Me.
Maria Luiza
Falci**
UFF



Convidada da semana:



**Dr^a
Thaisa
Bergmann**
UFRGS



Convidada da semana:



**Dr^a
Ana
Chies**
UFRGS





CAPÍTULO 06

IMPACTO DO INCT DO E-UNIVERSO

A prática de monitoramento e avaliação é parte da governança e gestão do **INCT do e-Universo**, em seus órgãos colegiados, além de diálogo e consultas junto aos membros e usuários. As avaliações e escutas produziram decisões, aperfeiçoamento de processos e implementação de ações para aprimorar o trabalho realizado.

Como parte deste esforço várias enquetes são propostas junto à comunidade, sobre os mais diversos tópicos. A figura 91 exemplifica algumas delas, relacionando o ano que foi realizada e o título da enquete.

FIGURA 91: **QUADRO COM EXEMPLOS DE ENQUETES REALIZADAS NO ÂMBITO DO LINEA/INCT**

Enquetes			
8 resultados encontrados			
Ano	TITLE	PERGUNTAS	RESPOSTAS
2021	Uso do Santos Dumont	Perguntas	Respostas
2021	Serviços de e-Ciência	Perguntas	Respostas
2021	Minicurso (módulo I)	Perguntas	Respostas
2021	Workshop	Perguntas	Respostas
2021	Futuro LineA	Perguntas	Respostas
2021	Cursos	Perguntas	Respostas
2020	Helpdesk	Perguntas	Respostas
2020	Webinar	Perguntas	Respostas

Como subsídio para esse relatório os mecanismos de escuta e diálogo utilizados foram uma pesquisa, uma chamada para contribuições por e-mail e um conjunto de entrevistas. Essas diversas abordagens envolveram o Coordenador e o Vice Coordenador do INCT, membros do Comitê Gestor, membros de instituições parceiras, pesquisadores, bolsistas, estudantes, pós-doutorandos. A proposta foi levantar a visão e vivência específica de quem participa do INCT, em diferentes posições.

A Consulta foi realizada em maio de 2024, por formulário eletrônico enviado para os participantes de projetos apoiados pelo **INCT do e-Universo**. Teve como objetivos levantar destaques científicos da produção e outros benefícios percebidos, a partir do apoio do INCT. Foram obtidas 34 respostas, de diferentes perfis, projetos e instituições. Os gráficos 20 e 21, abaixo, apresentam a distribuição dos respondentes entre os tipos de perfis (pesquisadores, estudantes, pós-doutorandos e bolsistas) e entre os projetos (LSST, DES, DESI, SDSS, TON).

GRÁFICO 20: PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL NA CONSULTA SOBRE O INCT, POR PERFIS

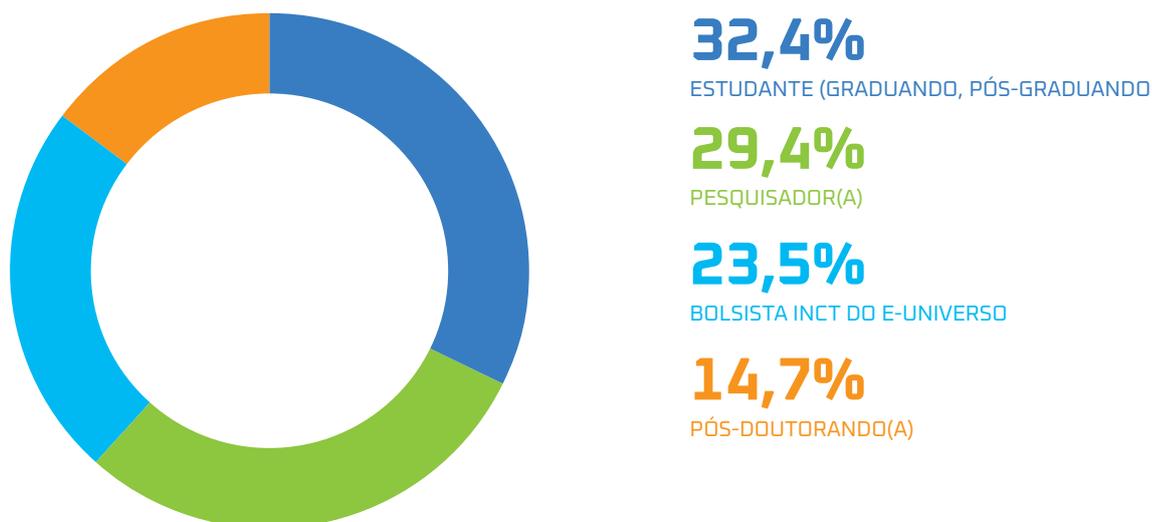
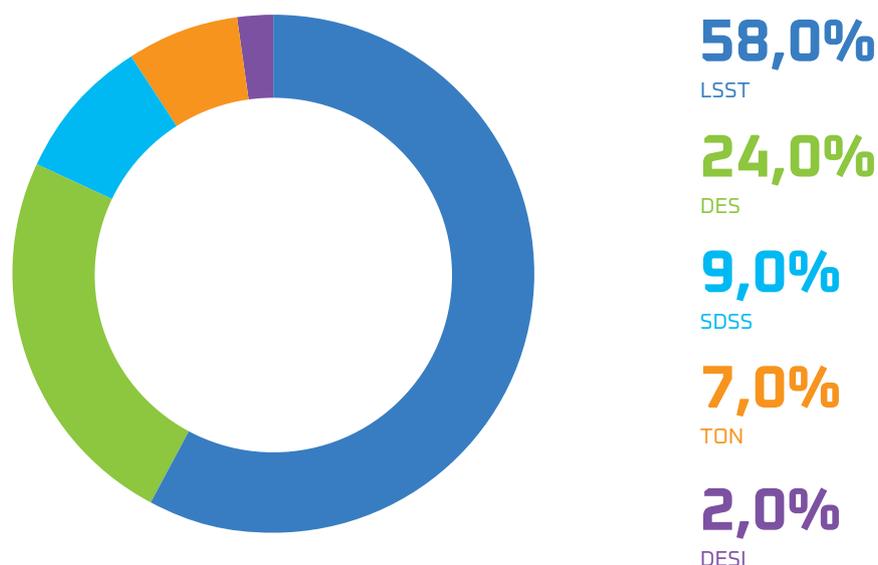


GRÁFICO 21: PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL POR PROJETO NA CONSULTA SOBRE O INCT



Os respondentes pertencem a 18 instituições, enumeradas na lista abaixo:

- > LIneA
- > CBPF
- > Observatório Nacional
- > Brookhaven National Laboratory
- > Fundação Oswaldo Cruz
- > UFSM
- > UFPR
- > UFRGS
- > UFES
- > UNESP
- > Univap
- > UnB
- > IAG-USP
- > UFF
- > UFRJ
- > UFSCar
- > PUCRS
- > UTFPR

Sobre os resultados percebidos, foram destacados:

- > As dissertações de mestrado e teses de doutorado orientadas e desenvolvidas a partir dos dados e participação nas colaborações
- > A publicação de artigos, alguns de alto impacto, potencializada pelas colaborações e articulações dos projetos
- > A oportunidade de participar de artigos produzidos em coletivo pelas colaborações, que reconhecem autoria de todos que contribuíram, incluindo para infraestrutura do projeto
- > Ter os dados de pesquisa realizada com apoio do INCT, disponibilizados no Planetary Data System (PDS) da NASA, o que enriquece a pesquisa e o currículo do pesquisador
- > As contribuições para infraestrutura de projetos de colaboração e pesquisa relacionados ao desenvolvimento de ferramentas softwares, códigos e pipelines, potencializadas pelo **LineA**
- > As contribuições para divulgação e difusão em linguagem acessível para o público geral, de conteúdo científico relacionado ao trabalho do **LineA**
- > As contribuições para desenvolvimento de modelos de estatística e machine learning, necessários para resolver problemas do LSST
- > As apresentações de trabalhos em eventos nacionais e internacionais, possíveis graças às colaborações desenvolvidas e o apoio do INCT
- > A oportunidade de desenvolver e ofertar cursos minicursos e tutoriais online para o grande público
- > A obtenção de status de membro e builder nos projetos de colaboração
- > A obtenção de posições de membro de estruturas de coordenação (Bureau) e conselhos (Collaboration Council) vinculados aos projetos de colaboração
- > A obtenção de posições de coordenação (chair), co-coordenação (co-chair) de grupos de trabalho temáticos vinculados aos projetos de colaboração

Os benefícios percebidos pelos respondentes, a partir da participação nos projetos de colaboração apoiados pelo INCT, envolvem:

- > Viabilização de pesquisas dos grupos e dos estudantes.
- > Enorme ganho de conhecimento nas áreas de pesquisa de interesse dos grupos e individuais
- > Forte impulsionamento da carreira acadêmica, sobretudo para os que estão nos níveis iniciais, como graduação, devido ao caráter internacional e colaborativo dos projetos
- > Interação e formação de redes (networking) com pesquisadores e estudantes de outras instituições (nacionais e internacionais)
- > Possibilidade de interagir em grandes corporações internacionais e aprender novas e interessantes ferramentas para o trabalho do grupo.
- > Acesso em primeira mão aos dados e redes colaborativas dos projetos
- > Acesso a grande quantidade de dados com astrometria e fotometria de alta qualidade
- > Acesso a dados e ferramentas de análise de excelente qualidade.
- > Acesso a recursos em infraestrutura de instituições com as quais o **LineA** mantém acordos, como o National Energy Research Scientific Computing - NERSC
- > Participação nas campanhas, análises, desenvolvimento de metodologias e escrita de artigos relacionados às ocultações estelares
- > Viabilização de criação e oferta de cursos

- > Rara oportunidade de trabalhar com ciência e programação
- > Acesso à formação em temáticas de pesquisa relacionadas à astronomia, por meio de webinars e outras atividades
- > Construção de experiência e aperfeiçoamento de habilidades de gerenciamento de dados, organização, uso da plataforma wordpress entre outros
- > Contribuição na internacionalização do programa de pós-graduação da instituição.
- > Difusão e divulgação dos projetos de que o **LIneA** participa e de assuntos gerais de astronomia, aproximando a pesquisa do público amplo.

A segunda abordagem para avaliação dos resultados e impactos do **INCT do e-Universo**, se deu por meio de solicitação, por e-mail, aos coordenadores dos projetos apoiados pelo **INCT do e-Universo** e membros dos grupos de participação brasileira.

A percepção desse universo específico converge e aprofunda aspectos trazidos pela consulta eletrônica e abre novos aspectos:

- > Produção de teses, dissertações, publicações e outros. Os exemplos citados estão englobados nas informações eixo descrita nos eixos de atuação do INCT
- > A participação brasileira no Legacy Survey of Space and Time (LSST), que irá revolucionar inúmeras áreas da Astronomia ao longo de uma década
- > O acordo com o Rubin Observatory gerando 120 vagas no projeto LSST, sendo 80% destinadas à estudantes e jovens pesquisadores
- > A formação do Grupo de Participação Brasileiro do LSST (BPG-LSST) e o projeto de mentoria para supervisionar os quase 100 jovens pesquisadores
- > A implantação do IDAC, facilitando o acesso aos dados e a infraestrutura computacional dos pesquisadores brasileiros
- > A viabilização da participação de alunos e pesquisadores em conferências Workshops e escolas nacionais e internacionais,
- > A concessão de bolsa de mestrado e pós-doutorado e infraestrutura de TI para viabilizar pesquisas, campanhas observacionais, página web e armazenamento de dados.
- > A criação da Associação **LIneA**, um ICT privado, operando um centro multiusuário de e-ciência, propondo um novo modelo institucional mais adequado para atender a demanda de TI para apoiar projetos científicos envolvendo grandes volumes de dados

A terceira abordagem para avaliação dos resultados e impactos do **INCT do e-Universo**, envolveu um conjunto de entrevistas, virtuais, a membros do comitê gestor do INCT, de comitês do **LIneA** e outros pesquisadores importantes para a trajetória do **LIneA** e do INCT. As entrevistas contribuíram para apreciação dos objetivos e dos itens desse relatório, levantamento de impactos e resultados e, sobretudo, entendimento dos legados e recomendações para o futuro.

Novamente existe convergência com os resultados e impactos levantados nas duas abordagens anteriores. Como pontos fundamentais foram destacados:

- > É consenso que o apoio do INCT, a partir das oportunidades abertas pelo **LIneA**, tem impacto significativo na produção científica e tecnológica de pesquisadores, professores, estudantes, consubstanciada em teses, dissertações, publicações, descobertas e inovações.

CAPÍTULO 07

LEGADOS DO INCT DO E-UNIVERSO

O **INCT do e-Universo**, após sete anos de operação, desenvolveu e consolidou processos e estruturas que constituem novos patamares no ambiente da ciência e tecnologia. São, portanto, legados a serem potencializados e entre os mais importantes estão:

ASSOCIAÇÃO LINEA

Foi desenvolvido, testado e aprimorado um arranjo institucional capaz de agilidade para prospectar e articular oportunidades, com foco na participação brasileira nos grandes projetos de colaboração; capacidade atender a demanda de TI para apoiar projetos científicos envolvendo grandes volumes de dados; com rede de relações estabelecida e aprendizado de cooperação internacional.

A figura 93 apresenta o logo desenvolvido para a Associação **LineA**, sugerindo a captura de imagens do céu e a transferência desses dados para a infraestrutura computacional do laboratório.

FIGURA 93: LOGO LINEA

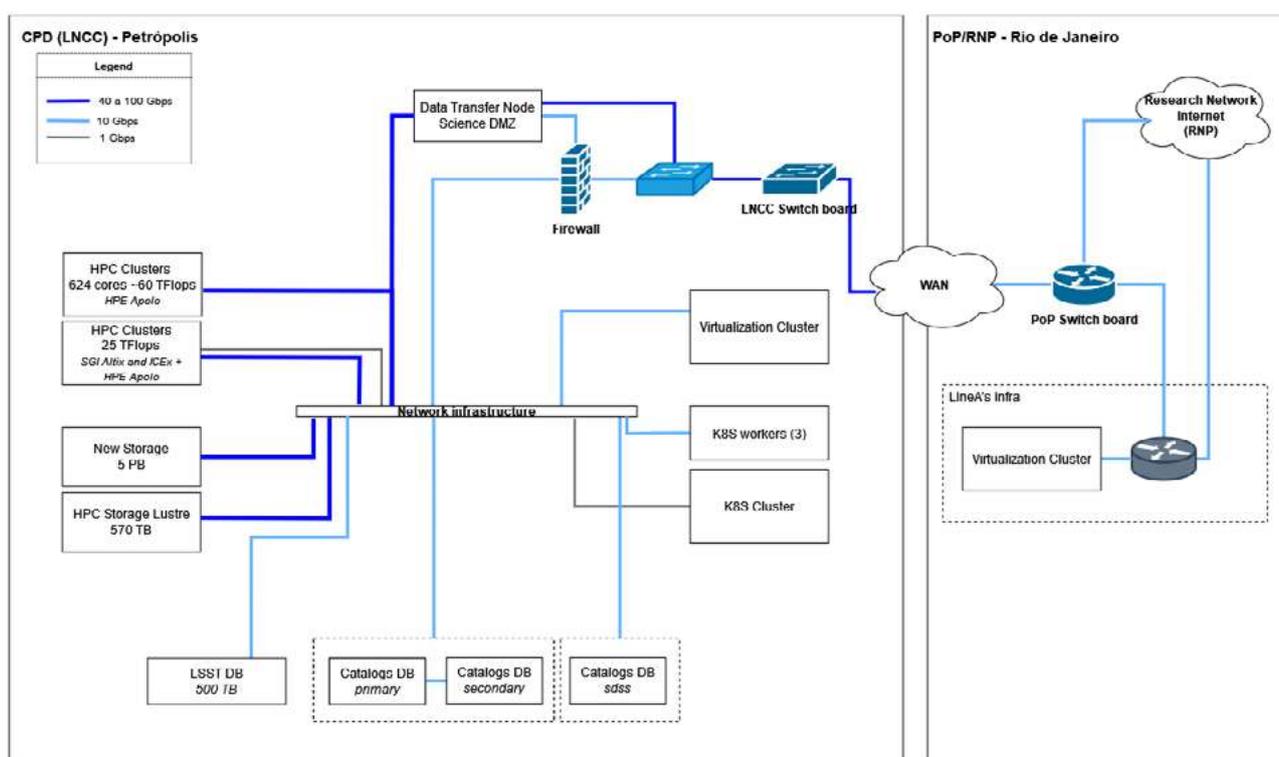


CENTRO DE E-CIÊNCIA

O conjunto de atividades das colaborações, investimentos em equipamentos e desenvolvimento tecnológico propiciou a consolidação do centro de dados aberto a toda a comunidade, com manutenção de acervos de dados de projetos importantes e intensa atividade de desenvolvimento de software.

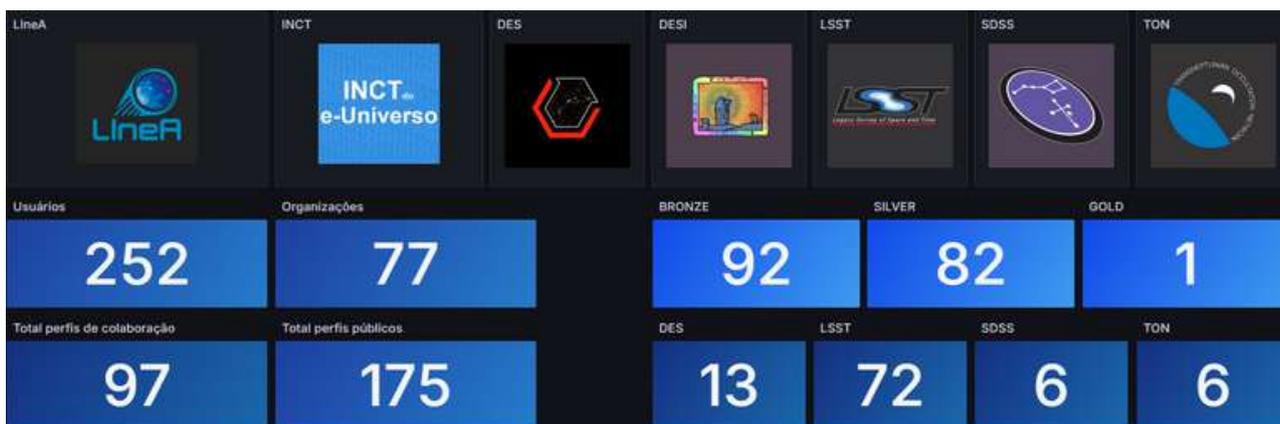
A figura 94 apresenta uma visão geral, em diagrama, da infraestrutura do centro de dados operado pelo **LineA**, aberto para membros do LSST via o IDAC, para pesquisadores e alunos vinculados a instituições científicas e para o público em geral.

FIGURA 94: VISÃO ESQUEMÁTICA DA INFRAESTRUTURA COMPUTACIONAL DO CENTRO DE E-CIÊNCIA.



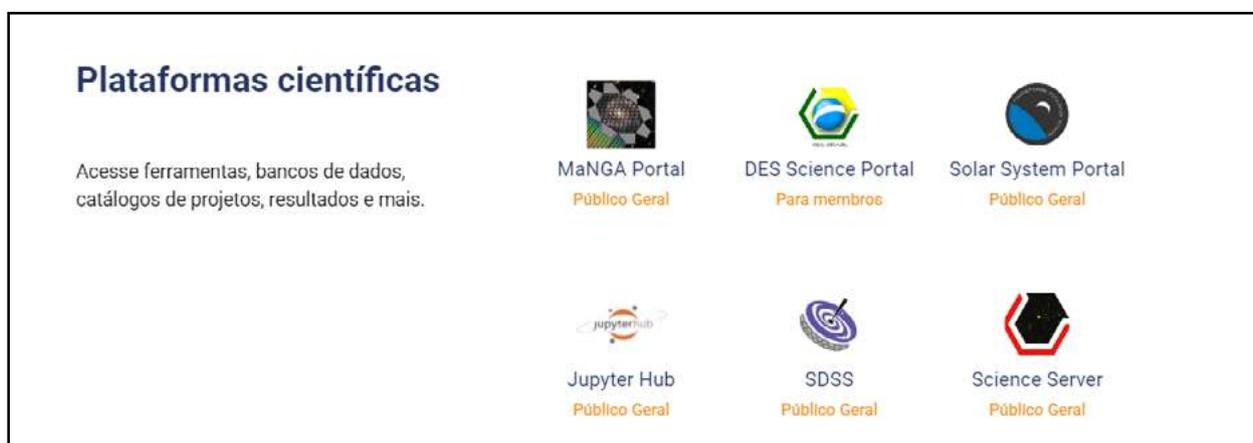
O número de usuários do centro é monitorado, agrupados por diferentes perfis, entre aqueles ligados aos projetos apoiados pelo **LineA**; o grande público, sem credenciais institucionais, que têm acesso a diferentes serviços do **LineA**, incluindo a Jupyter Notebooks. É importante mencionar, que o agrupamento de usuários por projetos e o controle de acesso aos diferentes serviços e dados só foi possível com a implementação do sistema COmanage e a implantação de um serviço internacional de autenticação e autorização. A figura 95 mostra uma captura de tela do sistema de monitoramento, referente a setembro de 2024, entendendo que o pequeno número de usuários registrados em no DES e SDSS se deve ao fato que o pico de atividades desses projetos aconteceu antes da implementação do sistema.

FIGURA 95: CAPTURA DE TELA DO SISTEMA DE MONITORAMENTO GRAFANA¹ COM NÚMERO DE USUÁRIOS REGISTRADOS EM CADA PERFIL



Dependendo do perfil, os usuários do centro têm acesso a diferentes ferramentas, dados e recursos. O agrupamento por tipo de usuário membro de colaboração ou não (profissional/público) é fundamental para cumprir as regras de embargo implementadas por cada colaboração e na racionalização dos recursos disponíveis no centro. Os serviços ofertados pelo centro podem ser acessados por meio do site do **LineA**, como mostra a figura 96.

FIGURA 96: CAPTURA DE TELA DA PÁGINA INICIAL DO SITE LINEA, POR ONDE USUÁRIOS PODEM ACESSAR OS DIFERENTES SERVIÇOS DISPONÍVEIS.



Cabe destacar atividades em curso nlo **LineA** desenvolvimento e consolidação do Centro de e-ciência:

- > A implantação de um moderno centro internacional para acesso aos dados do projeto LSST, parte de uma rede de centros desse projeto, chamados de Data Access Center (IDAC). O IDAC Brasil será detalhado a seguir, por constituir, ele próprio, um legado do INCT.
- > A organização de um grupo dedicado a estudos de Inteligência Artificial (IA), com o apoio de pesquisadores da área de ciência da computação e membros do BPG, para uso na exploração dos dados do LSST.

¹ <https://www.linea.org.br/grafana/d/L8XQMhe4z/usuarios-linea?orgId=2>

- > A formação de um grupo de tecnologistas/pesquisadores dedicados a curadoria de dados para gerenciar os acervos sendo mantidos para uso da comunidade.
- > A preparação, em colaboração com a RNP, de uma análise e avaliação de riscos cibernéticos.
- > A publicação² dos relatórios mensais de atividades, dando transparência às atividades técnicas do centro.
- > A organização de cursos sobre as ferramentas mantidas pelo centro.
- > A realização de enquetes periódicas junto à comunidade procurando entender suas principais necessidades em relação ao centro de dados³.
- > A disponibilização de serviço de atendimento aos usuários do centro.
- > A implantação pioneira de sistema federado de autenticação e autorização internacional para acesso às plataformas científicas do **LineA**.
- > A implantação de um repositório de resultados científicos para publicizar a produção científica esperada do grupo de participação brasileiro (BPG) no LSST, aumentando sua visibilidade. O repositório utiliza o Dataverse, ferramenta de software livre desenvolvida por Harvard para o compartilhamento, preservação, citação, exploração e análise de dados de pesquisa, tendo como características principais a atribuição de um identificador único (handle) aos conjuntos de dados, padrões de metadados que maximizam a indexação pelas ferramentas de busca e opções de restrição de acesso ou embargo. Atualmente o **LineA** conta com uma instalação do Dataverse⁴, em ambiente de desenvolvimento e em processo de customização de interface e metadados, a fim de atender às demandas específicas dos conjuntos de dados do Laboratório.

O conjunto de informações e serviços do Centro de e-ciência podem ser acessadas pelo site do **LineA**⁵, em aba ilustrada pela captura da tela de entrada na figura 97.

FIGURA 97: CAPTURA DA TELA DE ENTRADA NO CENTRO DE E-CIENCIA NO SITE LINEA



2 <https://www.linea.org.br/relatorio-de-atividades>

3 <https://www.linea.org.br/enquetes>

4 <https://dataverse-dev.linea.org.br/>

5 <https://www.linea.org.br/documentacao-para-o-usuario>

INDEPENDENT DATA ACCESS CENTER (IDAC) PARA O LSST

A arquitetura proposta pela direção de TI do LSST para armazenar e compartilhar o enorme volume de dados que se acumulará pelo período década ou mais, consiste no estabelecimento de alguns centros de dados auxiliares, distribuídos em outras regiões do mundo. Para receber esses centros auxiliares, chamados de Independent Data Access Center (IDAC), foram submetidas propostas e, no processo de seleção, analisadas capacidade técnica da instituição proponente; experiência prévia na realização de levantamentos astronômicos e a conformidade ao atendimento das especificações técnicas mínimas necessárias para a oferta de infraestrutura de TI e rede pelo período de 10 anos.

O **LineA** foi selecionado e conquistou para o Brasil a possibilidade de contar com um centro internacional especializado para o tratamento, visualização e compartilhamento de dados astronômicos baseado em arquivos que vai ampliar o número de pesquisadores brasileiros participantes e facilitar o acesso e a distribuição dos dados até as instituições de ensino e pesquisa. Os IDACs, e suas modalidades, estão apresentados na figura 98, com sua localização no mapa⁶, sendo que o IDAC da Argentina ainda não foi confirmado até o momento.

FIGURA 98: DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DOS CENTROS DE DADOS QUE FORMAM A REDE DE DACS E IDACS DO LSST



O IDAC brasileiro será do tipo “Lite” e irá hospedar catálogos gerados a partir de imagens “co-adicionadas” cujo número de colunas, e portanto o volume, ainda a serem definidos. Além deste catálogo, está também prevista a hospedagem de outros produtos necessários para análise, como mapas de profundidade, footprint e tabelas de redshift fotométricos que serão compartilhados com a colaboração. Estas tabelas fazem parte da contribuição in-kind do **LineA** para o LSST. Apesar de não ser um requisito da modalidade Lite IDAC, há possibilidade de que o IDAC Brasil também armazene as imagens FITS co-adicionadas para

⁶ <https://www.linea.org.br/idac>

servir a aplicações que necessitem dessas imagens ou para oferecer localmente acesso às imagens através das ferramentas de visualização da plataforma LIneA Science Platform.

TER UM IDAC NO BRASIL É DE IMPORTÂNCIA FUNDAMENTAL, NA MEDIDA EM QUE FACILITA O ACESSO AOS DADOS E À INFRAESTRUTURA COMPUTACIONAL POR PESQUISADORES BRASILEIROS, ESTIMULA O DESENVOLVIMENTO LOCAL DE PLATAFORMAS CIENTÍFICAS E PIPELINES DE ANÁLISE, E FAVORECE O INTERCÂMBIO TECNOLÓGICO NA ÁREA DE BIG DATA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COM OS OUTROS CENTROS DA REDE.

A figura 99 marca essa conquista com um logo dedicado ao IDAC Brasil, criado com o apoio do INCT.

FIGURA 99: LOGO DO IDAC BRASIL



O início da operação do IDAC está previsto para 2026, quando os primeiros dados do levantamento estiverem disponíveis. Portanto, os próximos dois anos serão estratégicos para a implantação gradual do centro expandindo a infraestrutura já existente. Já foi iniciado o comissionamento, usando dados de simulações, testes realizados no telescópio e dados do DES que estão sendo usados para o treinamento da comunidade brasileira.

A infraestrutura do IDAC fará parte do Centro de e-ciência destacado anteriormente. A infraestrutura específica do IDAC consistirá dos seguintes equipamentos:

- > Banco de dados – dois servidores postgres com 500 GB de memória e 500 TB de armazenamento e um servidor dedicado a ingestão
- > Sistema de armazenamento Lustre de ~600 TB1 PB
- > Sistema NAS de armazenamento de ~4.54 PB
- > 500 cores do cluster Apollo 2000 da HPE
- > Kubernetes cluster hospedando Jupyter Notebooks

Já foram adquiridos os seguintes equipamentos:

- > 624 cores do cluster Apollo 2000 da HPE
- > Sistema de armazenamento Dell HPC Lustre com 570 TB
- > Sistema de armazenamento HPE 4510 NAS com 1.2 PB
- > Primeiro servidor de banco de dados Super Micro com 180 TB, desenhado em parceria com a consultoria Timbira, firma especializada na solução de gerenciamento de bancos de dados PostgreSQL
- > Roteador Juniper ACX7024 com capacidade de vazão de até 100 Gbps, conforme as recomendações do projeto de atualização da rede, criado em parceria com a área de suporte à e-ciência da RNP (DPD/RNP);
- > Servidores de gerenciamento e de acesso HPE Proliant 360 para o cluster Apollo, liberando dois nós de processamento que atualmente estão sendo usados para as funções de gerenciamento.

A figura 100 apresenta fotos da chegada de parte dessas máquinas no LNCC, em maio de 2023.

FIGURA 100: COLAGEM DE FOTOS DA CHEGADA DE EQUIPAMENTOS DO IDAC BRASIL

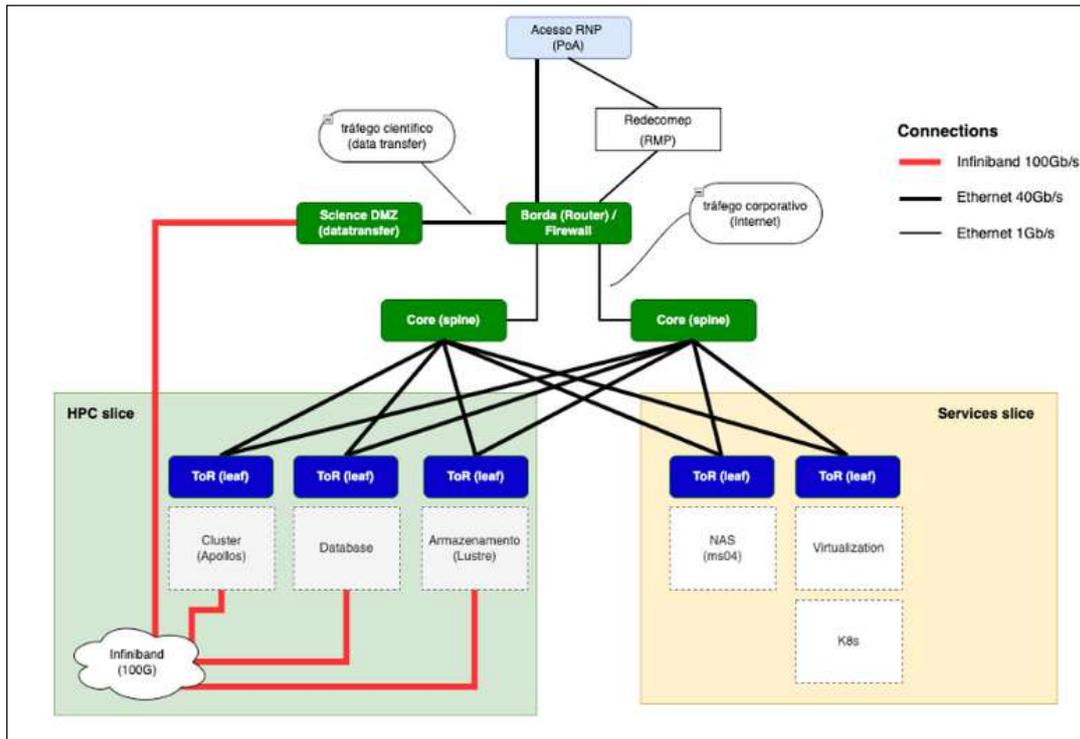


Em setembro de 2024, o **LIneA** teve seu projeto “**LIneA**: Centro de e-ciência para explorar os mistérios do Universo e apoiar projetos de big data” submetido à Finep recomendado para financiamento, na linha transformação digital da chamada Pro-infra: Centros Temáticos⁷. Trata-se de um grande passo, que viabiliza a completa implantação do IDAC, a tempo de receber o primeiro grande lote de dados, previsto para 2026.

Para garantir a qualidade do serviço, o **LIneA** encomendou à RNP um plano de melhorias de sua rede externa e interna prevendo conexões de 100 Gbps. Para isso, está sendo adquirido um novo roteador, o upgrade do equipamento sendo usado para a solução DMZ para transferências internacionais, e novas switches e transceivers para a rede interna. A topologia proposta pela RNP é apresentada na figura 101.

⁷ http://www.finep.gov.br/images/chamadas-publicas/2024/03_09_2024_Resultado_Preliminar_Etapa_2.pdf

FIGURA 101: TOPOLOGIA DA REDE INTERNA DO IDAC. PROPOSTA PELA EQUIPE TÉCNICA DA RNP



O IDAC manterá pelo menos três versões do catálogo. Duas delas com acesso restrito aos membros do LSST - a que foi liberada no ano vigente e a do ano anterior. A terceira, que tenha sido liberada há mais de dois anos, ficará disponível para o público em geral, de acordo com as regras internas do Rubin Observatory. Os dados ficarão disponíveis de duas maneiras:

- > no banco de dados para exploração através do LineA Science Platform. Esta plataforma vai oferecer um ambiente de JupyterHub para análise dos dados, ferramentas para a visualização de imagens e catálogos, serviços de “cutout” (imagens recortadas mostrando objetos alvo) e “cross-match” (combinação cruzada entre dois catálogos que cobrem a mesma região do céu).
- > em arquivos salvos em disco, seja no formato original ou no formato “hipscat” — formato desenvolvido pela colaboração LINCC visando a otimização do serviço de cross-match.

Além do portfólio de serviços oferecidos por um IDAC Lite definidos pelo projeto LSST, o **LineA** fará a curadoria de dados adicionais de projetos legados obtidos em diferentes comprimentos de onda. Entre eles, estarão disponíveis os catálogos do Dark Energy Survey e do Sloan Digital Sky Survey, já mantidos pelo **LineA**, bem como outros a serem definidos em consultas e enquetes junto a comunidade.

Para membros do Grupo de Participação Brasileiro (BPG), o **LineA** oferecerá 500 cores adicionais de processamento do cluster HPC Apollo e coordenará a submissão de propostas dando assistência técnica para o uso do Santos Dumont. O serviço de HPC poderá ser também disponibilizado para membros da comunidade em geral mediante solicitações específicas.

O IDAC manterá além do LIneA Science Platform outras plataformas, entre elas:

- > PZ server
- > LIneA Occultation Prediction Database
- > Cluster Analysis and Visualization Service (CANVAS)

Todas atualmente em desenvolvimento pelo time de TI do **LIneA**, apoiado pelo **INCT do e-Universo**. Uma visão esquemática dos serviços a serem oferecidos pelo IDAC é apresentada na figura 102.

FIGURA 102: VISÃO ESQUEMÁTICA DOS SERVIÇOS A SEREM OFERECIDOS PELO IDAC-BRASIL



O IDAC-BRASIL REFORÇA E AMPLIA A PRESENÇA ESTRATÉGICA DO LINEA PARA A INFRAESTRUTURA NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO.

Traz a oportunidade de intercâmbio de tecnologia com os outros centros da rede de IDACs do LSST, compartilhamento da infraestrutura de armazenamento de dados, a possibilidade de parcerias com outras organizações brasileiras atuando na área de big data, e é um importante caso de uso para o centro de suporte a e-ciência.

O sistema de dados abertos a ser empregado permite que os dados possam ser usados para inúmeras aplicações científicas e para projetos de ciência na escola e ciência cidadã. Este material será usado para despertar o interesse nas áreas de ciências exatas em particular física, astronomia e ciência da computação e tecnologia da informação, por meio de colaboração com escolas de Ensino Médio e Universidades.

BRAZILIAN PARTICIPATION GROUP (BPG)

A criação do Grupo de Participação Brasileiro no LSST (BPG) é um legado do **INCT do e-universo**, em sua composição, forma de seleção, objetivos e governança. Os membros do BPG são selecionados por uma comissão de pesquisadores seniores da comunidade, buscando representantes de diferentes instituições e áreas de pesquisa, em diferentes estágios de carreira, com capacidade de participação ativa na colaboração científica do LSST e na disseminação das informações sobre o projeto, para auxiliar no recrutamento de novos talentos. A figura 103 apresenta o Logo criado pelo INCT para representar o Grupo de Participação Brasileiro em encartes, apresentações e correspondência, seguindo recomendações da equipe de comunicação do Rubin Observatory.

FIGURA 103: LOGO DO BPG NO LSST



O BPG-LSST conta hoje com 120 pesquisadores, dos quais 24 são seniores, 96 são estudantes e pós-docs de 22 instituições, em dez estados brasileiros. Essa diversidade está ilustrada na figura 104, por meio dos logos das instituições envolvidas; e na figura 105, com mapa indicando os estados com representante no BPG.

FIGURA 104: LOGO DAS INSTITUIÇÕES BRASILEIRAS COM MEMBROS NO BPG



FIGURA 105: MAPA DO BRASIL INDICANDO OS ESTADOS QUE CONTAM COM REPRESENTANTES NO BPG



Foi redigido um plano de governança⁸ do BPG, criando uma organização interna para o grupo e propondo atribuições e mecanismos para indicação do coordenador, vice-coordenador, porta-voz, membros para conselho consultivo e lideranças técnica e científica. Os grandes objetivos são representar os interesses do grupo junto ao **LineA**, às agências financiadoras e a colaboração internacional; incentivar colaboração entre seus membros; monitorar o desempenho de seus membros garantindo assim o engajamento de todos os participantes ao longo dos anos; e apoiar a participação dos jovens pesquisadores. Ressalta nesse sentido um programa de mentoria⁹, no qual os pesquisadores principais acompanham o trabalho dos jovens pesquisadores, auxiliando na integração no ambiente internacional e contribuindo para ampliar conhecimentos e rede de contatos. O INCT apoia, ainda, a formação dos jovens pesquisadores oferecendo cursos para prepará-los para lidar com grandes quantidades de dados e de trabalhar em grandes colaborações. O desempenho dos membros BPG é avaliado periodicamente pelo comitê consultivo, a partir dos relatórios descrevendo suas atividades e resultados.

8 https://www.linea.org.br/admin/wp-content/uploads/2024/08/Governance_plan.pdf

9 <https://www.linea.org.br/noticia/linea-organiza-programa-de-mentoria-para-o-bpg>



CAPÍTULO 08

FUTURO

Os legados do INCT permitem outros e mais potentes avanços e exigem, para que não sejam perdidos, o planejamento e viabilização de novos passos. Exigem a construção de condições, organizadas, nesse relatório, como recomendações para o futuro.

PLANO DE TRABALHO PARA 2025 E ALÉM

No momento, um plano de trabalho para o ano fiscal americano 2025 (1/10/2025 a 30/09/2025) está sendo elaborado, para submissão ao Observatório Rubin ainda em 2024. O plano prevê:

> Infraestrutura

- > A implantação dos equipamentos recebidos (roteador, servidor de banco de dados, nós do cluster Apollo, sistema de armazenamento de dados com 1.2 PB de capacidade)
- > Instalação de novo Data Transfer Node (DTN)
- > Instalação de software para a transferência de dados (Globus, Rucio)
- > Instalação de software NIFI para movimentação interna dos dados
- > Testes em escala para transferência de dados no volume esperado anualmente
- > Recuperação do cluster ICE-X para apoio de plataformas científicas
- > Entrevistas com fornecedores
- > Compra de novos equipamentos com os recursos liberados
- > Instalação dos novos equipamentos
- > Implantação de nova rede interna

> Software

- > Desenvolvimento de plataforma científica integrando os serviços de visualização de imagens e catálogos, buscas no banco de dados e Jupyter notebooks
- > Testes em escala da criação de tabelas de redshift fotométricos parte da contribuição in-kind
- > Testes e disponibilização em produção da plataforma PZ Server para produção e gerenciamento de conjunto de treinamento para o cálculo de redshifts fotométricos
- > Plataforma para visualização e análise de catálogos de aglomerado de galáxias
- > Expansão do portal do Sistema Solar para incluir todos os tipos de objetos do sistema solar
- > Testes em escala do pipeline para combinar dois catálogos com bilhões de entrada
- > Implantação de serviço de recortes (cut out) de imagens útil para publicações

> **Apoio aos Usuários**

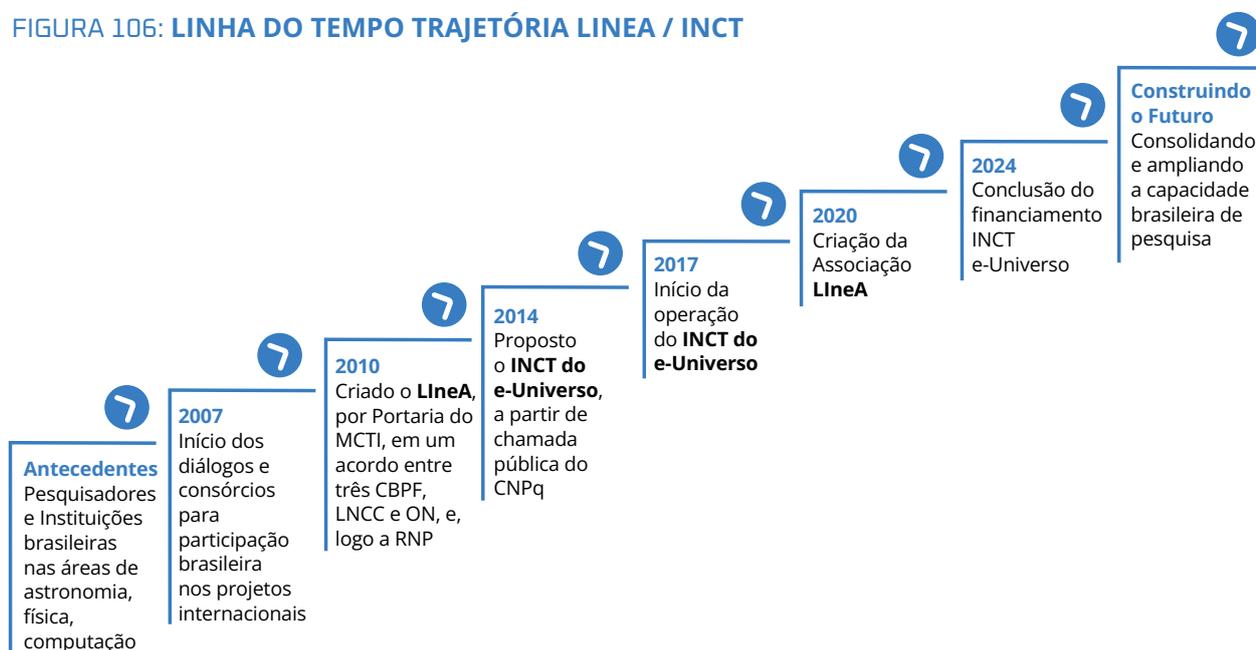
- > Continuação do programa de treinamento incluindo cursos em programação Python, github, programação científica, jupyter notebooks
- > Continuação da preparação de documentação para usuários
- > Realização de enquetes periódicas para avaliar as necessidades da comunidade
- > Curadoria de dados para manter as coleções disponíveis localmente atualizadas e atendendo as necessidades do público local

Para esse plano é fundamental que seja construída uma solução para sustentar, de maneira estável e previsível, o funcionamento do IDAC brasileiro. E, assim colher os frutos da formação de uma equipe altamente especializada, todos com quase 15 anos de experiência trabalhando na interface ciência-TI; da escolha do **LineA** para ser um de 10 centros regionais para hospedar os dados do projeto; do acordo assinado com o SLAC/DOE; do grupo de 120 pesquisadores ávidos para trabalharem em um projeto de ponta, pelos próximos 10 anos; e dos mais de 10 milhões de dólares investidos.

RECOMENDAÇÕES PARA O FUTURO

A trajetória percorrida, que resulta no que hoje é o **INCT do e-Universo**, é marcada pela ousadia do trabalho científico na fronteira do conhecimento, capacidade de formação de pessoal engajado e comprometido; resiliência frente a oscilações e adversidades para sustentação do projeto; e capacidade de inovação e desenvolvimento institucional. Diferentes atores do sistema de CT&I brasileiro conduziram decisões e políticas de forma a destinar recursos públicos, incluindo o trabalho de servidores públicos, para essa complexa construção. A figura 106 organiza marcos dessa trajetória, em uma linha do tempo.

FIGURA 106: LINHA DO TEMPO TRAJETÓRIA LINEA / INCT



TRATA-SE DE UM PATRIMÔNIO DO PAÍS, A SER PRESERVADO E FORTALECIDO PELO PAPEL QUE OCUPA, NO PRESENTE, EM ÁREAS DETERMINANTES PARA O FUTURO DA PESQUISA CIENTÍFICA.

Considerando, portanto, os **BENEFÍCIOS** da participação brasileira nos grandes projetos de cooperação, coordenada por um ICT, como:

- > Acesso em primeira mão aos dados e redes colaborativas dos grandes projetos internacionais de astronomia
- > Acesso a grande quantidade de dados e ferramentas de análise de excelente qualidade.
- > Acesso a recursos em infraestrutura de importantes laboratórios internacionais
- > Acesso à formação em astronomia e e-ciência, por meio de webinars (técnicos, científicos e de divulgação), cursos, intercâmbios, entre outras atividades
- > Experiência e aperfeiçoamento de habilidades de gerenciamento de dados, organização, entre outros
- > Protagonismo de pesquisadores e grupos brasileiros

Considerando também os **RESULTADOS** obtidos:

- > Dinâmica de produção científica e tecnológica de pesquisadores, professores, estudantes, consubstanciada em teses, dissertações, publicações, descobertas, inovações
- > Aprendizagem e construção de capacidades, como interagir em ambientes internacionais; com grupos numerosos, de diferentes áreas e múltiplas nacionalidades; experiência com o trabalho colaborativo e com a forma de gestão das instituições que coordenam os grandes projetos.
- > Ampliação da participação brasileira no espaço mundial da e-astronomia e da e-ciência, com internacionalização de programas de pós-graduação, grupos e carreiras individuais de estudantes e pesquisadores

Considerando, ainda, o **LEGADO** construído:

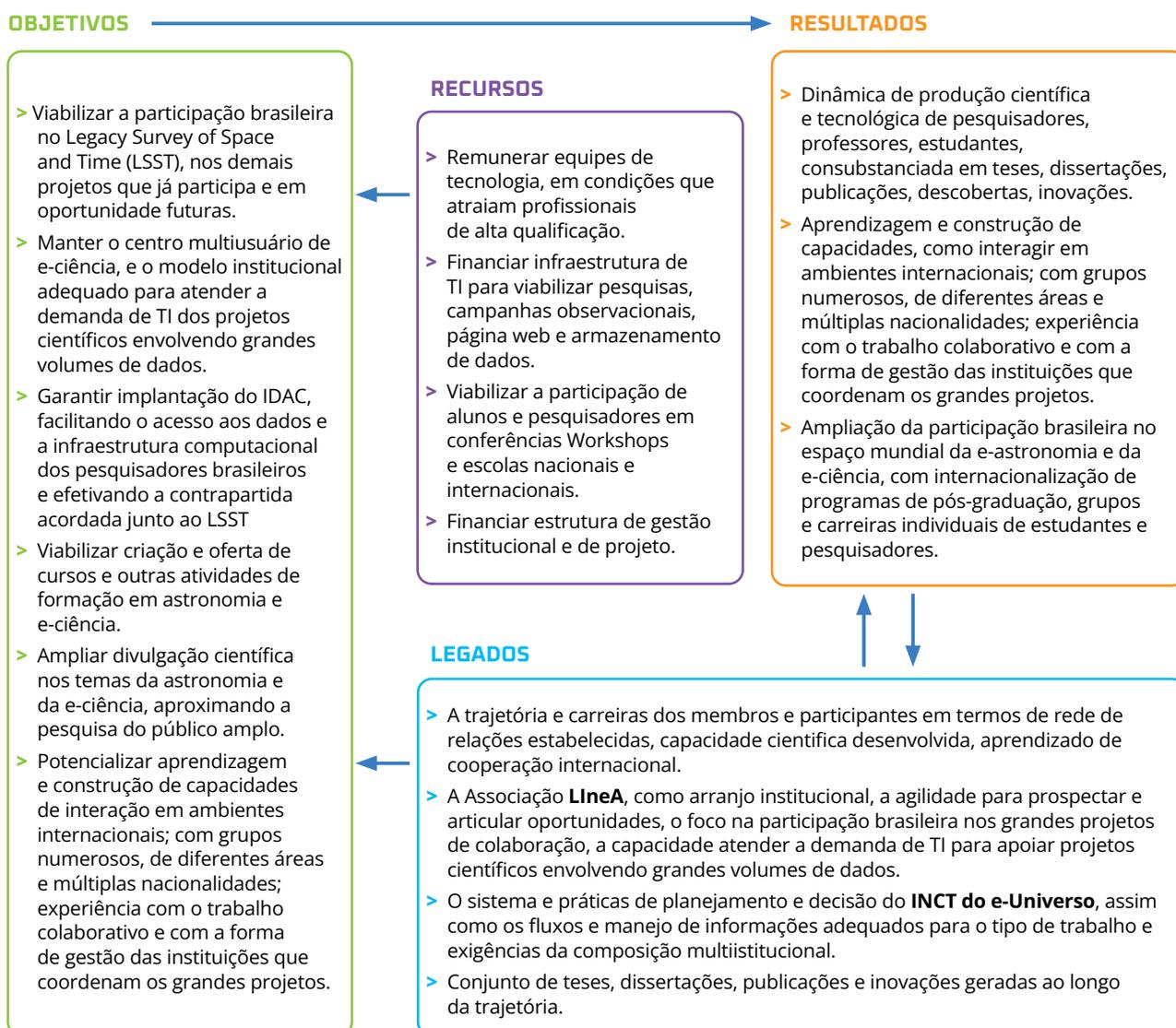
- > A trajetória e carreiras dos membros e participantes em termos de rede de relações estabelecidas, capacidade científica desenvolvida, aprendizado de cooperação internacional
- > A Associação **LIneA**, como arranjo institucional, a agilidade para prospectar e articular oportunidades, o foco na participação brasileira nos grandes projetos de colaboração, a capacidade atender a demanda de TI para apoiar projetos científicos envolvendo grandes volumes de dados
- > O sistema e práticas de planejamento e decisão do **INCT do e-Universo**, assim como os fluxos e manejo de informações adequados para o tipo de trabalho e exigências da composição multiinstitucional
- > Conjunto de teses, dissertações, publicações e inovações geradas ao longo da trajetória

São **RECOMENDAÇÕES**, apreendidas a partir das entrevistas e demais contribuições dos que participam diretamente ou interagem com o **INCT do e-universo**, para manter e ampliar os resultados, potencializar o legado e construir novos legados:

- > Ter como OBJETIVOS da política e dos atores da ciência e tecnologia brasileira, pois são fundamentais para manter resultados presentes e ampliar futuro:
 - > Viabilizar a participação brasileira no Legacy Survey of Space and Time (LSST), nos demais projetos que já participa e em oportunidades futuras.
 - > Manter o centro multiusuário de e-ciência, e o modelo institucional adequado para atender a demanda de TI dos projetos científicos envolvendo grandes volumes de dados
 - > Garantir implantação do IDAC, facilitando o acesso aos dados e a infraestrutura computacional dos pesquisadores brasileiros e efetivando a contrapartida acordada junto ao LSST
 - > Viabilizar criação e oferta de cursos e outras atividades de formação em astronomia e e-ciência
 - > Ampliar divulgação científica nos temas da astronomia e da e-ciência, aproximando a pesquisa do público amplo
 - > Potencializar aprendizagem e construção de capacidades de interação em ambientes internacionais; com grupos numerosos, de diferentes áreas e múltiplas nacionalidades; experiência com o trabalho colaborativo e com a forma de gestão das instituições que coordenam os grandes projetos.
- > Garantir os RECURSOS necessários para realização dos Objetivos:
 - > Prover bolsas para estudantes de mestrado e pós-doutorado
 - > Remunerar equipes de tecnologia, em condições que atraiam profissionais de alta qualificação
 - > Financiar infraestrutura de TI para viabilizar pesquisas, campanhas observacionais, página web e armazenamento de dados em projetos envolvendo big data.
 - > Viabilizar a participação de alunos e pesquisadores em conferências Workshops e escolas nacionais e internacionais
 - > Financiar estrutura de gestão institucional e de projeto
- > Dar continuidade ao **LineA** como um ICT, com agilidade para prospectar e articular oportunidades, o foco na participação brasileira nos grandes projetos de colaboração, a capacidade atender a demanda de TI para apoiar projetos científicos envolvendo grandes volumes de dados

A figura 107 organiza, de forma esquemática em um quadro, os objetivos, recursos necessários, resultados, legado e suas interrelações.

FIGURA 107: FLUXOGRAMA RECOMENDAÇÕES PARA O FUTURO LINEA / INCT



CAPÍTULO 09

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os principais projetos de astronomia, assim como acontece em outras áreas de pesquisa, podem ser agora caracterizados como Big Science, pelo alto valor de investimentos em instalações na Terra e no espaço, e pela natureza dos projetos, envolvendo cooperação entre instituições, grupos e pesquisadores de diferentes partes do mundo, em torno de grandes volumes de dados.

Este relatório apontou, sob diferentes aspectos, as oportunidades abertas para países como o Brasil, a partir do modelo das contribuições não financeiras para a entrada de pesquisadores nesses projetos de vanguarda. Trouxe o entendimento que novos arranjos institucionais são necessários para aproveitar tais oportunidades.

Ressaltou, a partir de todos os eixos de atuação, o sucesso do **INCT do e-Universo**, substanciado nos pesquisadores, tecnologistas e estudantes, envolvidos; na produção e divulgação científica realizada; no centro de e-ciência implantado; além dos legados institucionais para a participação brasileira na era das observações de longo prazo.

Das conclusões, aos resultados positivos do projeto somam-se notas de preocupação sobre o risco de descontinuidade, ameaçando o futuro, com o término do **INCT do e-universo**, vencido o prazo previsto no edital do programa.

Ainda não se vislumbra, no ambiente de ciência e tecnologia brasileiro, uma possibilidade concreta de sustentação continuada desse Instituto de Ciência e Tecnologia que se desenvolveu e maturou a partir dos recursos aportados pelo programa, e, em geral, de ICTs de direito privado, sem fins lucrativos. E a continuidade do financiamento, mediante avaliações periódicas, é essencial, dada a complexa arquitetura de participação e extensão no tempo, que marcam os projetos. O LSST, por exemplo, está previsto para se estender até 2038.

Para o conjunto de membros do **INCT do e-Universo**, cuja lista nominal está em anexo, o desafio da manutenção do **LineA** impacta diretamente trabalhos e pesquisas em andamento, carreiras e planos futuros. De maneira mais ampla, impacta instituições e grupos envolvidos nos projetos de colaboração e usuários da infraestrutura do Laboratório. Impacta, ainda, estudantes e público em geral, no interesse e acesso à astronomia e à e-ciência.

CABE COMPARTILHAR COM OS MEMBROS, AS INSTITUIÇÕES E ATORES ENVOLVIDOS O ÊXITO DA TRAJETÓRIA NARRADA NESTE RELATÓRIO E A RESPONSABILIDADE DE POTENCIALIZAR OS RESULTADOS PARA O FUTURO.

ANEXO - MEMBROS DO INCT DO E-UNIVERSO

Abreuçon Atanasio Alves
Adriano Pieres
Altair Ramos Gomes Júnior
Ana Leonor Chies Santiago Santos
Basílio Santiago
Bruno Dos Santos Martins
Bruno Eduardo Morgado
Charles José Bonatto
Chrystian Luciano Pereira
Daniela Cardozo Mourão
Eduardo Hartmann
Eros de Oliveira Gradovski
Felipe Andrade Oliveira
Felipe Braga Ribas
Flavia Luane Rommel
Flávia Sobreira
Gabriela Oliveira da Rosa
Giuliano Margoti
Gustavo Benedetti Rossi
Hugo Orlando Camacho Chavez
Jaderson da Silva Schimoia
Julia de Figueiredo Gschwend
Julio Ignacio Bueno de Camargo
Kepler de Souza Oliveira Filho
Larissa Luciano Amorim
Luiz Alberto Nicolaci da Costa
Marcelo Assafin
Marco Canossa
Marcos Vinicios Faria Lourenço
Mariana Penna Lima Vitenti
Martin Valentin Banda Huarca
Michel Aguenta da Silva
Nicole Louise Klock Miranda
Pedro dos Santos Lopes
Rodrigo Carlos Bouffleur
Pedro Ribeiro Floriano Eduardo Godoy da Silveira
Rafael Sfair de Oliveira
Raphael Augusto Pereira de Oliveira
Roberto Vieira Martins
Rogemar André Riffel
Rogerio Riffel
Rogerio Rosenfeld
Sandro Barboza Rembold
Thaisa Storchi Bergmann
Valerio Carruba



LineA