

Avaliação de INCT

INCT do e-Universo

Coordenador:	Luiz Alberto Nicolaci da Costa
Área de Atuação:	Ciências Exatas e da Terra
Instituição Sede:	Laboratório Interinstitucional e e-Astronomia (LIneA)
UF:	RJ
Chamada:	16/2014
Processo:	465376/2014-2
Finalizado em:	27/07/2025, 14:11:06

Avaliação de INCT

IMPORTANTE — SOBRE ESTE FORMULÁRIO

Este não é um relatório técnico ou administrativo convencional.

Trata-se de um levantamento analítico e estratégico, com o objetivo de subsidiar recomendações para o aprimoramento das políticas públicas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) no Brasil.

Finalidade:

Mapear, de forma estruturada, os principais resultados e contribuições dos INCTs, com foco nas evidências mais significativas e representativas.

Orientação:

*Em cada tópico, priorize os **Top 10** — ou seja, os principais destaques mais expressivos da atuação e dos impactos gerados pelo seu instituto ao longo de seus ciclos de desenvolvimento.*

Perguntas:

[Bixe

aqui](<https://docs.google.com/document/d/1JvacsznCYuHUklGxuYIEcDsralr4DOk4puDfgqR-w-A/>) o documento com todas as perguntas que você irá encontrar neste formulário.

1. Dados Gerais

Essas informações visam contextualizar o INCT avaliado em termos de área de atuação, período, coordenação e vinculação institucional, fornecendo uma base para análise comparativa e segmentada por subáreas do conhecimento.

Informações Básicas do INCT

1.1

Período de Atuação

Indique os anos de início e fim do INCT. Se o INCT está ativo, pode inserir o ano corrente.

Não informado

1.2

O INCT está ativo?

Marque "Sim" ou "Não" conforme a vigência e continuidade com outras fontes.

sim

1.3

O INCT possui outras fontes de recursos além do CNPq?

sim

1.4

Resumo Executivo do INCT

Apresente um panorama geral do INCT, com ênfase no foco estratégico, relevância social, contribuições ao sistema nacional de CT&I e principais conquistas. (máx. 250 palavras)

O INCT do e-Universo foi uma iniciativa multidisciplinar voltada para a exploração do Universo em larga escala, com ênfase na análise de grandes volumes de dados gerados por levantamentos astronômicos modernos. Reuniu especialistas em astrofísica, ciência de dados, inteligência artificial e computação de alto desempenho, com o objetivo de desenvolver métodos inovadores para o tratamento e a interpretação de dados astronômicos.

O e-Universo teve papel central na consolidação da participação brasileira em colaborações científicas internacionais de grande porte, como o Legacy Survey of Space and Time (LSST), realizado pelo Observatório Vera C. Rubin, considerado um dos empreendimentos mais ambiciosos da astronomia observacional contemporânea.

Entre suas principais realizações, destacam-se:

O desenvolvimento de ferramentas e infraestrutura para o processamento e a análise de dados em escala de big data;

A formação de recursos humanos altamente qualificados em astrofísica e ciência de dados;

O fortalecimento da inserção científica do Brasil em colaborações internacionais estratégicas;

A promoção de ações de divulgação científica e de educação, aproximando a pesquisa em astronomia da sociedade.

Coordenado pelo Laboratório Interinstitucional de e-Astronomia (LIneA), o INCT do e-Universo contou com a participação de diversas universidades e centros de pesquisa brasileiros, atuando como um polo estratégico para a ciência de dados aplicada à astrofísica no país

2. Impactos Científicos e Tecnológicos

Aqui buscamos evidenciar os principais avanços gerados pelo INCT, tanto no campo da ciência quanto na aplicação de novas tecnologias, inclusive aquelas com potencial disruptivo ou de impacto social e ambiental

2.1

Principais avanços científicos alcançados

Descobertas, artigos relevantes, novas teorias.

- Produção científica de alto impacto, com centenas de artigos publicados em revistas internacionais de prestígio, incluindo The Astrophysical Journal, The Astronomical Journal, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Astronomy & Astrophysics e Physical Review
- Participação ativa em colaborações internacionais como o Dark Energy Survey (DES), Sloan Digital Sky Survey (SDSS) e o Legacy Survey of Space and Time (LSST), com contribuições relevantes nas áreas do sistema solar, estrutura, formação e evolução da nossa galáxia, cosmologia, redshifts fotométricos e energia escura
- Desenvolvimento de novos algoritmos para detecção de aglomerados de galáxias: Métodos como o WaZP foram aprimorados e aplicados com sucesso aos dados do DES, contribuindo para a construção de catálogos para serem usados para análise cosmológica.
- Geração de catálogos públicos de galáxias e aglomerados, validados cientificamente e disponibilizados à comunidade, ampliando o acesso a dados de qualidade para pesquisadores brasileiros e estrangeiros.
- Geração de tabelas de redshift fotométricos catálogos, validados cientificamente e disponibilizados à comunidade, ampliando o acesso a dados de qualidade para pesquisadores brasileiros e estrangeiros. Parte da contribuição in-kind do LIneA em troca de posições no projeto LSST.
- Integração entre astrofísica e ciência de dados, promovendo uma nova cultura científica baseada em métodos computacionais avançados, bancos de dados distribuídos e computação de alto desempenho, além da incorporação de boas práticas da engenharia de software adotadas pela indústria, como versionamento de códigos e dados, documentação, automação de testes, monitoramento, utilização de containers, etc.

2.2

Principais avanços tecnológicos desenvolvidos

Protótipos, softwares, processos inovadores.

- Apoio à criação e operação do ICT privado Laboratório Interinstitucional de e-Astronomia (LIneA) - o primeiro centro de e-ciência focado em Astronomia no Brasil oferecendo infraestrutura computacional para armazenamento e processamento de grandes volumes dados, desenvolvimento de software científico e suporte técnico a projetos de grande porte.
- Criação de um centro nacional de dados astronômicos com curadoria de vários acervos a serviço da comunidade
- Implantação do CILogon - a implantação do CILogon pelo LIneA representou um marco estratégico para a integração do Brasil à infraestrutura internacional de ciência de dados, especialmente no contexto da preparação nacional para o Legacy Survey of Space and Time (LSST), conduzido pelo Vera C. Rubin Observatory. A adoção do CILogon pelo LIneA foi, portanto, essencial para viabilizar a participação científica efetiva do Brasil em projetos de Big Science, alinhando-se às melhores práticas globais de segurança, interoperabilidade e governança digital em ciência aberta.
- Independent Data Access Center (IDAC) - a implantação de um centro de processamento de dados dedicado à pesquisa em astronomia oferecendo uma instância do JupyterHub e acesso a processamento de alto-desempenho (~100 flops). O JupyterHub é uma plataforma multiusuário baseada em notebooks Jupyter, que permite executar códigos, visualizar dados e documentar análises de forma integrada, utilizando linguagens como Python. Sua implantação pelo LIneA trouxe impactos significativos, em particular evita a necessidade de transferir grandes volumes de dados para máquinas pessoais — o processamento ocorre próximo ao armazenamento.
- Workflow WaZP - é um pipeline desenvolvido para identificar aglomerados de galáxias em dados fotométricos, ou seja, levantamentos de imagens profundas em múltiplos filtros (como os do Dark Energy Survey ou do LSST). Utiliza algoritmos baseados em wavelets para identificar sobredensidades de galáxias no espaço 3D (posição angular + redshift fotométrico).
- Workflow GAWA - semelhante ao WaZP mas adaptado para identificar sistemas estelares resolvidos como por exemplo galáxias anãs na vizinhança da nossa galáxias
- Workflow PZ Compute - O PZ Compute é um pipeline criado e mantido pelo LIneA para paralelizar a execução de métodos open source para calcular redshifts fotométricos (photo-z) de galáxias a partir de levantamentos multibanda,

como o Dark Energy Survey (DES) e futuramente o LSST, utilizando diferentes algoritmos, configurado para processar grandes volumes de dados e otimizado para as características do ambiente HPC do LIneA.

- Ambientes de análise remota e visualização - O LIneA oferece uma infraestrutura completa de análise remota e visualização interativa, permitindo que pesquisadores acessem dados, executem algoritmos, analisem resultados e compartilhem ciência de forma colaborativa, segura e escalável — tudo via web, sem necessidade de instalação local. Ao longo dos anos plataformas desenvolvidas pelo LIneA foram disponibilizadas no observatório de Cerro-Tololo, no Fermilab, e no NCSA
- Gestão de dados e metadados científicos - o LIneA é responsável pela disponibilização de dados dos projetos apoiados como DES e SDSS e de outros acervos astronômicos de grande uso como GAIA, 2mass e oferece acesso a outros repositórios disponíveis ao redor do mundo. Um grande desafio é a implantação de um banco de dados postais na escala exigida para armazenar os dados do LSST, incluindo Notebooks interativos com bibliotecas como matplotlib, plotly, e bokeh para visualização de dados astronômicos;

2.3

Tecnologias disruptivas desenvolvidas

Soluções com alto impacto transformador.

- DES Science Portal - O portal foi uma das principais contribuições do LIneA para a colaboração DES. Desenvolvido e mantido no Brasil, o portal teve um papel estratégico ao fornecer uma plataforma integrada para acesso, processamento, análise e validação dos dados científicos. O portal representou uma infraestrutura de e-ciência projetada para garantir a reproduzibilidade, rastreabilidade e padronização de análises complexas, além de permitir a colaboração eficiente entre centenas de cientistas espalhados pelo mundo. Reconhecido por sua singularidade, o portal representa um exemplo de como o Brasil pode liderar soluções tecnológicas em projetos de Big Science.
- Implantação do Independent Data Access Center (IDAC) - é um centro internacional de acesso a dados criado para dar suporte à comunidade científica envolvida no projeto LSST, conduzido pelo Vera C. Rubin Observatory operado pelo LIneA. O IDAC-Brasil é parte da contribuição in-kind do LIneA para o Rubin Observatory em troca de vagas para pesquisadores brasileiros participarem do projeto LSST cujo objetivo é digitalizar todo o céu do hemisfério sul.

2.4

Tecnologias sociais e ambientais desenvolvidas

Tecnologias que promovem a sociedade e o meio ambiente.

- Nao se aplica

2.5

Transferência de conhecimentos para o setor empresarial e/ou governamental

Interação com empresas e governo.

- A implementação com o apoio da RNP de uma infraestrutura baseada em sistemas localizados em uma zona desmilitarizada (DMZ) para garantir a transferência segura e eficiente de grandes volumes de dados científicos entre instituições parceiras;
- A colaboração com o CAIS (Centro de Atendimento a Incidentes de Segurança) da RNP na prevenção, identificação, tratamento e resposta a incidentes de segurança cibernética.
- A gestão de identidade sendo que o LIneA foi pioneiro na implementação do CILogon um serviço de autenticação federada amplamente utilizado por instituições científicas e acadêmicas em todo o mundo, incluindo colaborações como o LSST/Rubin Observatory. Ele permite que pesquisadores acessem recursos computacionais e plataformas científicas usando suas credenciais institucionais de forma segura, padronizada e interoperável;
- A implantação da ferramenta Rucio voltada ao gerenciamento de grandes volumes de dados (petabytes até exabytes) distribuídos em múltiplos centros de armazenamento heterogêneos que está sendo usada pelo Rubin Observatory. Essas experiências vem sendo compartilhadas com a RNP.

3. Formação de Recursos Humanos

Esta seção joga luz sobre esforços dos INCTs para formação qualificada, inclusão e diversidade, oferecendo uma visão das contribuições na capacitação de profissionais em CT&I.

3.1

Número de pesquisadores, estudantes e técnicos envolvidos

Informe quantitativo de pesquisadores, estudantes e técnicos.

124

3.2

Distribuição dos envolvidos por gênero (se disponível)

Insira os percentuais aproximados da distribuição dos pesquisadores, estudantes e técnicos envolvidos por gênero.

Não informado

3.3

Distribuição dos envolvidos por etnia/cor (se disponível)

Insira os percentuais aproximados da distribuição dos pesquisadores, estudantes e técnicos envolvidos por etnia/cor.

Não informado

3.4

Principais programas de formação e capacitação desenvolvidos

Cursos, estágios, oficinas. Máximo de 150 palavras.

O LIneA desenvolveu, ao longo dos últimos anos, uma série de iniciativas voltadas à formação de recursos humanos, capacitação técnica e transferência de conhecimento, com o objetivo de preparar a comunidade científica brasileira para atuar na fronteira da astrofísica de grandes volumes de dados. Entre os principais programas e ações, destacam-se: webinars nacionais e internacionais; bootcamp; cursos online na área de ciência de dados; workshops nacionais e internacionais presencial e remotas; um intenso programa de estágio e iniciação científica para estudantes e tecnologistas; formação do grupo de participação brasileiro (BPG) com 96 jovens pesquisadores entre pós-doutorandos e estudantes de graduação e pós-graduação; e bolsas de viagem para estudantes participarem das reuniões anuais do Dark Energy Survey e do Rubin Community Workshop;

3.5

Iniciativas para fixação de jovens pesquisadores

Bolsas, mentorias, estímulos. Máximo de 150 palavras.

Bolsistas do INCT foram contratados pelo LIneA como cientistas de dados e vem contribuindo para a implantação do IDAC-Brasil

3.6

Ações para promover a diversidade e inclusão na ciência

Ações afirmativas, acessibilidade. Máximo de 150 palavras.

Utilizando bolsas do INCT foi possível desenvolver e oferecer cursos gratuitos online na área de ciência de dados incluindo tópicos como programação python, desenvolvimento de software de forma colaborativa (github, gitflow), banco de dados, aprendizado de máquinas. Só em 2024 foram oferecidos 8 cursos com mais de 1200 inscrições, a grande maioria de estudantes provenientes de todos os estados brasileiros

4. Mobilidade e Intercâmbio Nacional

Ações de mobilidade nacional e intercâmbio entre instituições no Brasil (ex: visitas técnicas, estágios, cotutelas, bancas, missões científicas).

4.1

Mobilidade e Intercâmbio Nacional

Descreva até 10 atividades, destacando os objetivos, instituições envolvidas, número de participantes e os resultados alcançados. (máx. 200 palavras por item)

- Bootcamp Presencial:

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. 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).

- Cursos de Treinamento Online:

Alinhados à missão de preparar a comunidade brasileira para atuar em grandes levantamentos, a colaboração LIneA/INCT ofereceu treinamento no uso das ferramentas disponíveis para exploração científica dos dados acumulados por levantamentos fotométricos como o DES e, futuramente, o LSST. Foram oferecidos o total de 15 cursos entre 2021 e 2025.

- Reuniões do INCT: realizadas anualmente

- Reuniões do BPG: realizadas periodicamente e organizadas em conjunto com o Grupo de Participação brasileiro no LSST. Aproximadamente 12 reuniões com a participação de pesquisadores de 26 instituições em 12 estados brasileiros.

5. Transferência para a Sociedade

O objetivo é identificar ações que aproximam a ciência da população, por meio de extensão, divulgação e avaliação do alcance dessas atividades.

5.1

Principais atividades de extensão e divulgação científica

Feiras, oficinas, exposições, produções multimídia, plataformas ou campanhas educativas. (ex: Oficina “Tecnologia do Cotidiano nas Escolas Públicas”). Descreva até 10 atividades, cada uma com até 100 palavras cada.

- Site - O LIneA mantém um (www.linea.org.br) site descrevendo o INCT do e-Universo e todos os projetos apoiados -

durante o período do INCT três versões do site foram implementadas procurando facilitar a navegação e dar maior visibilidade aos projetos e as atividades do time.

• Redes Sociais - O LIneA/INCT está presente nas principais redes sociais atuais, como o Instagram, Threads e também o LinkedIn – rede voltada para a área profissional. A inserção nas mídias sociais possibilita alcançar um público maior e diverso, entre pessoas da área e entusiastas da astronomia. O engajamento e o número de seguidores tem aumentado gradualmente e de forma orgânica devido às atividades realizadas pelo Laboratório, envolvendo cursos, notícias, divulgação científica, entre outros. Dessa forma, as redes sociais são utilizadas para trazer diversas informações ao público que nos acompanha.

• Espaço Ciência:

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 em todas as redes sociais do LIneA. Os conteúdos podem abordar acontecimentos astronômicos, datas importantes, curiosidades, atividades realizadas ou a serem realizadas.

• Entrevistas com pesquisadores:

Eventualmente, alguns pesquisadores são convidados para falar sobre resultados das suas pesquisas ou atuação. Esse material é produzido em vídeo e disponibilizado no YouTube. Exemplo: Equipe liderada por brasileiro descobre anel impossível em torno de asteroide; As pesquisadoras do BPG; Ocultação Estelar é detectada a partir do Solar System Portal.

• Notícias:

As redes sociais e o site são também usadas para divulgar eventos de interesse como anúncio de reuniões e workshops, resultados científicos de interesse da comunidade como um todo.

• Google Classroom:

Alinhados à nossa missão de preparar a comunidade brasileira para atuar em grandes levantamentos, todos os cursos de treinamentos para as principais ferramentas utilizadas pelos grandes projetos atuais já oferecidos com o apoio do INCT do e-Universo se encontram no Google Classroom, que conta com quase 200 pessoas inscritas – <https://classroom.google.com/c/NDkzMTA0MzEyODA1?cjc=kl5jjnd>

• YouTube:

O LIneA/INCT mantém um canal do YouTube com cerca de 200 vídeos públicos dos seus webinars e workshops com quase 800 subscritões. Alguns dos vídeos com mais de 1000 visualizações. https://www.youtube.com/@linea_org

• Livro de Divulgação:

The Dark Energy Survey: The story of a cosmological experiment
https://www.worldscientific.com/doi/10.1142/9781786348364_0008

• Vídeos Institucionais

INCT - <https://youtu.be/TX61BMryKbo>

LIneA - <https://youtu.be/4oiEKtzTkTA>

IDAC-Brasil - <https://youtu.be/j0NCNa2-u8E>

5.2

Avaliação do alcance das atividades de popularização da ciência

Descreva por número estimado de pessoas, perfis — como estudantes, professores, público geral — e canais utilizados. Informe, se possível, os métodos usados para medir esse alcance, por ex: formulários, relatórios, redes sociais, participação presencial ou virtual. (ex: 12 escolas, 2.000 estudantes)

Facebook - 1.452

Instagram - 660

Twitter/X - 659

Youtube - 779
Blue Sky - 14
Threads - 106
Linkedin -321

cursos - 1200 inscrições para 8 cursos em 2024

5.3

Participação em eventos científicos e acadêmicos

Participação ou organização de eventos relevantes para o tema do projeto, como seminários, semanas acadêmicas, mostras ou fóruns. (ex: Participação na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia). Descreva até 10 atividades, cada uma com até 100 palavras.

- Reuniões das colaborações internacionais SDSS 1; DES 12. DESI 6. LSST 11
- WorCAP - INPE:

A convite da Comissão do Workshop de Computação Aplicada (WorCAP), realizado pelo INPE, a ex-estudante de iniciação científica Andressa Wille foi convidada a apresentar o minicurso de Jupyter Notebook com dados do levantamento astronômico Dark Energy Survey no evento. Julia Gschwend também participou fazendo uma apresentação com o tema “LIneA: um centro brasileiro de suporte à e-ciência na era do LSST”.

- Semana Nacional de Ciência e Tecnologia:

O INCT participa regularmente da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT), trazendo o foco da astronomia e da e-ciência, se estendendo para diferentes instituições, como no ON/MAST, UFRGS, UFF e a Casa da Ciência. 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.

- Astronomia ao Entardecer:

As colaborações com instituições parceiras, como o caso do Planetário do Rio, gerou o ciclo de palestras intitulado “Astronomia ao Entardecer”. Todos os vídeos estão disponíveis no YouTube.

The Dark Energy Survey Collaboration Meeting - 3-7 dezembro 2018, Campinas São Paulo

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

- On the Future of Data Centers and e-Science Institutes (<https://workshop2021.linea.org.br/>) Realizado no período 13 a 15 de abril de 2021, o encontro reuniu pesquisadores, engenheiros, gestores de dados científicos e representantes institucionais de diversas partes do mundo, refletindo a natureza interdisciplinar e internacional da e-Ciência. O evento contou com especialistas de centros como CERN. IDIA. IDIES, DIRAC. NAOC, CDAC, CNES, CDS, IPAC, NOIRLab, SLAC, IN2P3, ESA, PIC-IFAE e da indústria como: AWS, Cyverse, Databricks, Google. As apresentações foram gravadas e estão disponíveis no canal do youtube do LIneA (https://www.youtube.com/@linea_org) em seis partes com cerca de 1.500 visualizações.

- LSST Brasil 2021 (<https://lsst-brazil2021.linea.org.br/>):

Realizado em Julho de 2021 teve a participação de pesquisadores nacionais e internacionais dando informações sobre o projeto e a participação brasileira. Com a participação de 115 pessoas. O objetivo da reunião foi engajar a comunidade brasileira, preparando para a chamada pública realizada pelo LIneA, que招招ou pesquisadores brasileiros a se candidatarem para uma das 80 novas vagas no LSST, obtidas pelo LIneA. O workshop foi gravado e o vídeo disponível no canal do youtube do LIneA (https://www.youtube.com/@linea_org) contém mais de 1.000 visualizações.

- First LSST Latin American Meeting (LSST@LATAM): Catalyzing Research Collaborations

<https://sites.google.com/unesp.br/lsstla/>

Reunião realizada em La Serena, Chile, no período 10 a 14 de junho de 2024 dos membros latino americanos que participam do projeto LSST que inclui a Argentina, Brasil, Chile e México com copatrocínio do INCT.

- E-ciência: projetando soluções colaborativas para os desafios do Brasil (design sprint)

O workshop foi realizado nos dias 18 e 19 de março de 2025 na sede da FINE.. O evento, organizado pelo CGEE, contou

com a participação de 40 pessoas, entre palestrantes, visitantes e representantes de 19 organizações, abrangendo 8 áreas de atuação. O workshop buscou mapear os desafios comuns e específicos das áreas que geram, processam e armazenam grandes volumes de dados. Os resultados fazem parte de um relatório encaminhado ao MCTI (<https://www.linea.org.br/admin/wp-content/uploads/2025/04/Relatorio-Workshop-de-Desig-Sprint-e-Ciencia.pdf>).

- Workshop Workflows e Plataformas Científicas: preparação para o LSST DR1 <https://workshop2025.linea.org.br/>
O objetivo do workshop foi o de fazer um levantamento das necessidades da comunidade brasileira para poder explorar eficientemente os dados do LSST e os serviços a serem prestados pelo LIneA.

6. Inovação e Transferência de Tecnologia

Aqui mapeamos os produtos de inovação tecnológica desenvolvidos, as patentes e registros gerados, bem como as interações estabelecidas com os setores produtivo e governamental.

Patentes

6.1

Patentes Depositadas

Relacione o código/número de registro das patentes depositadas.

- Nenhuma

6.2

Patentes Concedidas

Relacione o código/número de registro das patentes concedidas.

- Nenhuma

6.3

Outros Registros de PI

Relacione o código/número de outros registros de propriedade intelectual

- Nenhum

6.4

Parcerias com Empresas

Relacione os nomes das empresas parceiras.

- Parceria com a Timbira no Desenvolvimento da Solução de Banco de Dados do IDAC-BR

Como parte das iniciativas do INCT do e-Universo para viabilizar o IDAC-BR (Centro Independente de Acesso a Dados do Brasil), a construção de uma solução robusta de banco de dados foi uma das etapas mais desafiadoras do projeto. Era necessário conceber um sistema capaz de armazenar, indexar, consultar e servir centenas de terabytes de dados científicos oriundos do LSST, em conformidade com os padrões internacionais da comunidade astronômica. Para isso, foi estabelecida uma parceria com a empresa brasileira Timbira, especializada em soluções baseadas no PostgreSQL.

Essa colaboração teve início em 2022, a partir de uma avaliação técnica conduzida pelo LIneA, laboratório responsável pela operação do IDAC-BR. O objetivo era identificar a melhor abordagem para implementar um banco de dados capaz de atender aos requisitos estabelecidos pelo Rubin Observatory, incluindo a capacidade de lidar com tabelas de bilhões

de linhas, suporte a múltiplos usuários e instituições, e conformidade com protocolos como o IVOA TAP (Table Access Protocol).

Após análise de diferentes abordagens e fornecedores, a Timbira foi selecionada por sua reconhecida atuação no ecossistema PostgreSQL e sua experiência em ambientes de missão crítica. A empresa demonstrou profundo conhecimento técnico, capacidade de adaptação às necessidades do projeto e histórico comprovado de atuação em projetos de grande porte.

A parceria foi estruturada em etapas. Inicialmente, foi conduzido um processo de levantamento de requisitos e modelagem arquitetônica. A Timbira colaborou com o LIneA na definição da topologia do sistema, levando em consideração aspectos como escalabilidade, tolerância a falhas, replicação, particionamento de dados e integração com sistemas federados de autenticação e autorização.

Com base nessa arquitetura, foram definidos os requisitos de hardware, que orientaram a aquisição de servidores dedicados ao banco de dados, com alto poder de processamento, grande capacidade de memória e discos NVMe. A solução final foi projetada para suportar 500 TB de dados astronômicos. A fase seguinte envolveu a implantação da solução e os primeiros testes de ingestão e organização de dados simulados, utilizando catálogos astronômicos de colaborações científicas. Esse processo permitiu validar a escalabilidade da arquitetura e realizar os ajustes necessários para garantir o desempenho em produção.

Um dos diferenciais da parceria foi o foco na transferência de conhecimento. A Timbira atuou também como formadora da equipe técnica do LIneA, promovendo sessões de capacitação, documentação detalhada e suporte consultivo. Isso permitiu ao IDAC-BR desenvolver autonomia para operar, manter e evoluir a solução ao longo do tempo.

A colaboração com a Timbira demonstrou que é possível desenvolver soluções de alta complexidade em software livre com apoio de empresas nacionais, fortalecendo o ecossistema tecnológico brasileiro. O banco de dados desenvolvido será um dos componentes centrais do IDAC-BR, responsável por armazenar os catálogos astronômicos derivados do LSST e permitir sua exploração por usuários no Brasil e no exterior.

Em resumo, a parceria com a Timbira foi fundamental para viabilizar tecnicamente o banco de dados do IDAC-BR, consolidando uma solução sólida, escalável e alinhada com os padrões internacionais da ciência de dados astronômicos.

- Parceria com a Dell e a RNP para a Implementação de um Sistema de Arquivos de Alta Performance com Lustre

O INCT do e-Universo foi fundamental para consolidar uma infraestrutura tecnológica de ponta para atender às demandas científicas do projeto LSST, em especial por meio do IDAC-BR (Centro Independente de Acesso a Dados do Brasil). Uma das parcerias mais estratégicas nesse processo foi firmada com a Dell Technologies e a Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP), com o objetivo de projetar, fornecer e implementar um sistema de arquivos de alta performance baseado em Lustre.

O projeto foi motivado pela necessidade de armazenar e processar grandes volumes de dados científicos com eficiência, confiabilidade e escalabilidade. O Lustre, amplamente utilizado em ambientes de HPC (High Performance Computing), foi a tecnologia escolhida por sua capacidade de suportar cargas intensas de I/O e operar em ambientes multiusuário com desempenho consistente.

A Dell contribuiu com o fornecimento de servidores e soluções de armazenamento otimizadas para Lustre, além de suporte técnico especializado durante o processo de implantação. A RNP teve papel fundamental no levantamento de requisitos, no desenho da solução e na sua homologação, garantindo que o projeto estivesse alinhado com os objetivos de longo prazo dos projetos científicos.

A parceria resultou na entrega de uma infraestrutura robusta, composta por servidores Dell PowerEdge e storage de alta capacidade, interligados por redes Infiniband. A instalação foi feita com o suporte da Unitech, parceira da Dell, e envolveu configuração, tuning do sistema operacional e integração com os serviços de autenticação e controle de acesso já utilizados pelo LIneA. O sistema foi integrado ao ambiente de HPC do LIneA e passou a ser utilizado como camada de armazenamento de dados científicos para várias colaborações internacionais, incluindo a preparação para o comissionamento do Rubin Observatory.

Além da melhoria imediata em desempenho e escalabilidade, a parceria estabeleceu uma base sólida para futuras ampliações da infraestrutura do IDAC-BR. Essa colaboração também reforçou o papel do INCT do e-Universo como articulador entre a pesquisa científica e o setor privado, mostrando que é possível construir soluções de alta complexidade tecnológica em parceria com empresas e instituições nacionais.

6.5

Parcerias com Governo

Relacione os nomes dos órgãos governamentais.

- Parceria com a RNP no Apoio à Implantação do IDAC-BR

Ao longo do desenvolvimento do IDAC-BR, o INCT do e-Universo contou com o apoio da R

Pesquisa (RNP) em diversas frentes fundamentais para a consolidação da infraestrutura técnica e organizacional do centro. Essa parceria teve início ainda nas etapas iniciais do projeto e se manteve ativa ao longo de sua implantação. No campo da segurança da informação, a colaboração com o Centro de Atendimento a Incidentes de Segurança (CAIS) da RNP foi essencial para estruturar a política institucional do LIneA, alinhando-a às boas práticas recomendadas pela comunidade internacional. Com o apoio do CAIS, foram elaboradas normas auxiliares, realizada uma avaliação de riscos cibernéticos e adotado o framework SIRTFI, requisito para operação federada no ecossistema global de identidades institucionais federadas.

A área de identidade digital também avançou por meio do projeto conduzido em parceria com o GidLab, que possibilitou a adequação da nossa infraestrutura de autenticação e autorização à federação CAFé e à REFEDS. A partir desse trabalho, os sistemas do LIneA foram integrados ao CILogon, uma plataforma de identidade apoiada pela National Science Foundation (NSF), que permite autenticação federada com credenciais institucionais. Essa integração viabilizou o acesso seguro de usuários nacionais e internacionais ao ambiente do IDAC-BR, em conformidade com os requisitos do sistema de acesso do Rubin Observatory.

Outro eixo importante da parceria foi o projeto de modernização da rede interna do LIneA, desenvolvido com o apoio do Departamento de Projetos de Inovação (DPDI). Junto à equipe da RNP, foi elaborado o plano de migração da arquitetura de rede para o modelo spine-and-leaf, mais adequado às demandas de desempenho e escalabilidade do centro. Também com o DPDI, foi iniciado o planejamento técnico para futura implantação do banco de dados distribuído Qserv, previsto na arquitetura de referência do Rubin Observatory.

A RNP também colaborou com a definição da estratégia de adoção do sistema Dataverse, previsto para futura implantação como ferramenta de curadoria e publicação de dados científicos, contribuindo com orientações técnicas e integração à infraestrutura existente.

Por fim, o LIneA passou a integrar o projeto nacional da Rede de e Ciência, iniciativa das instituições científicas em torno de uma infraestrutura digital federada. A participação no projeto reforça o papel do IDAC-BR como um dos pontos de presença e cooperação científica em nível nacional.

A parceria com a RNP foi fundamental para o amadurecimento técnico e institucional do LIneA, do qual o IDAC-BR é uma de suas iniciativas estratégicas. Por meio de ações coordenadas em áreas-chave como segurança, identidade, rede e curadoria de dados, foi possível estabelecer uma base sólida para a operação do centro e sua integração ao ecossistema internacional de ciência aberta.

6.6

Exemplos de Tecnologias Transferidas

Cite produtos, processos ou serviços resultantes. Máximo de 100 palavras por item.

- Quick Reduce (QR)

Plataforma desenvolvida pelo LIneA, o Quick Reduce é um sistema de redução rápida de dados astronômicos que operou no telescópio Blanco do CTIO, no Chile, para o processamento quase em tempo real dos dados obtidos pela câmera DECam utilizado por toda a comunidade internacional que utiliza o DECam.

-

DES Science Server

Plataforma desenvolvida pelo LIneA para acesso e visualização de imagens e catálogos disponibilizada no Fermilab e mais tarde no NCSA (National Center for Supercomputing Applications) para o Dark Energy Survey. Atualmente, encontra-se instalado no LIneA para acesso público aos dados do projeto DES.

- PZ Server (Photometric Redshift Server)

Plataforma desenvolvida pelo LIneA como parte do IDAC Brasil para apoio ao cálculo de redshifts fotométricos usando o pipeline PZ Compute. Essa plataforma será parte crítica da infraestrutura do Rubin Observatory/LSST, posicionando o Brasil como provedor de soluções para a comunidade global.

7. Mecanismos de Gestão e Infraestrutura

Essa seção busca compreender a estrutura operacional dos INCTs, identificando boas práticas,

necessidades e iniciativas de fortalecimento institucional.

7.1

Avaliação da qualidade e utilização da infraestrutura disponível

Laboratórios, redes, centros, aquisições recentes. Máximo de 200 palavras.

O INCT se beneficia da infraestrutura montada pelo LIneA desde 2006 com projetos financiados ao longo dos anos pela CNPq, FAPERJ e FINEP, ou aquela disponível nos institutos que fizeram parte do INCT.

7.2

Reformas e melhorias contínuas na infraestrutura

Abrange readequações e melhorias. Máximo de 150 palavras.

Recentemente o LIneA submeteu proposta à FINEP na chamada de centro temáticos linha transformação digital e seu projeto para a compra de equipamentos que fazem parte do IDAC-Brasil teve a melhor nota. Com esses recursos o LIneA está comprando um servidor de banco de dados com 500 TB de armazenamento onde será ingerida pelo menos dois lotes de dados anuais do LSST, e outros acervos, um sistema de armazenamento NAS de 2 PB, levando o total disponível para 4 PB, novos servidores que serão usados para hospedar o Jupyter Hub com 500 núcleos de processamento, a ser utilizado pelo IDAC, e switches para renovar a rede interna da infraestrutura do LIneA montada há mais de dez para operar a mais de 40 Gbps.

7.3

Necessidades adicionais de equipamentos e apoio administrativo

Justifique demandas por equipamentos ou apoio. Máximo de 150 palavras.

Para 2026 está prevista a renovação do sistema Lustre para processamento HPC, novo sistema NAS de armazenamento para completar os 5 PB exigidos pelo acordo, e a compra de GPUs para uso com ferramentas de IA em implantação no LIneA.

Em relação ao apoio administrativo seria fundamental o apoio do MCTI para se ter recursos em custeio para manter a equipe altamente especializada responsável pela implantação e operação do IDAC-Brasil sem a qual o acordo estabelecido com o SLAC National Accelerator Laboratory operado pela Universidade de Stanford sobre contrato com o Departamento de Energia do governo americano terá que ser suspenso ainda em 2025.

7.4

Políticas de governança e gestão do INCT

Modelos de gestão, decisão, transparéncia. Máximo de 200 palavras.

A gestão do INCT foi um grande desafio colocando nas costas do coordenador uma grande responsabilidade financeira e um grande ônus administrativo. Algumas considerações:

1) A contrapartida institucional na sede original nunca se materializou e tornou o INCT vulnerável a política interna do instituto trazendo grandes prejuízos ao INCT; 2)

O cartão de pesquisa foi uma pesadelo exigindo a constante ida do coordenador ao banco; 3) Os INCTs de 2014 foram prejudicados pela falta de previsibilidade na liberação dos recursos principalmente da CAPES e da FAPERJ; 4) A operação da chave J deixou muito a desejar com sérios problemas como saber em tempo real o saldo na conta; 5) Seria importante implantar ferramentas que auxiliassem a se manter atualizadas informações como: a equipe, publicações, teses entre outras métricas; 6) Seria interessante a implantação de repositórios (e.g. dataverse) para se armazenar o resultado das análises científicas para dar visibilidade a produção do INCT; 7) Seria interessante incentivar mais interação entre INCTs principalmente na área técnica onde as necessidades podem ser semelhantes como é o caso de

big data; 8) Seria fundamental que houvesse mecanismos de un INCT virar um ICT com apoio governamental dando continuidade ao trabalho desenvolvido

8. Internacionalização

O intuito é mapear o grau de inserção internacional dos INCTs, por meio de parcerias, projetos conjuntos e intercâmbio de pesquisadores.

8.1

Parcerias e colaborações internacionais estabelecidas

Nome das instituições e objetivos. Até 10 itens – máximo de 200 palavras por item.

- Membros das Colaborações Internacionais

DES 25 [<https://www.darkenergysurvey.org/collaboration-and-sponsors/>]

DESI 79 [<https://www.desi.lbl.gov/collaborating-institutions/>]

LSST 41 [<https://lsstdiscoveryalliance.org/about/member-institutions/>]

SDSS 51 [<https://www.sdss4.org/collaboration/affiliations/>]

TON 6 [<https://www.linea.org.br/colaboracao/transneptunian-occultation-network>]

- Membros Internacionais do INCT:

University of Tübingen

University of Michigan

Florida Space Institute

Brookhaven National Laboratory

- Parcerias internacionais INCT:

Vera Rubin Observatory

Legacy Survey of Space and Time

IN2P3

LSST Discovery Alliance

DiRAC

Universidade de Washington

NCSA

SLAC National Accelerator Laboratory

- Parcerias internacionais LIneA:

AMPATH

CTIO

Dark Energy Survey

Dark Energy Spectroscopic Instrument

DIRAC

FERMILAB

IN2P3

LSST Discovery Alliance

NCSA

Sloan digital sky survey

SLAC National Accelerator Laboratory

Vera Rubin Observatory

The University of Edinburgh

8.2

Projetos conjuntos com instituições estrangeiras

Pesquisas com cofinanciamento internacional. Até 10 itens – máximo de 200 palavras por item.

- Dark Energy Survey (DES) <https://www.darkenergysurvey.org/>
- Sloan Digital Sky Survey (SDSS) <https://www.sdss.org/>
- Legacy Survey of Space and Time (LSST) <https://rubinobservatory.org/>
- Transneptunian Occultation Network (TON) <https://www.linea.org.br/colaboracao/transneptunian-occultation-network>
- Grupo Brasileiro de Participação Brasileiro (BPG) - formado por mais de 20 instituições brasileiras

8.3

Mobilidade e intercâmbio de pesquisadores

Intercâmbios, sabáticos, visitas. Até 10 itens – máximo de 200 palavras por item.

- Os recursos do INCT do e-Universo foram fundamentais para o sucesso do projeto, cujo principal objetivo era viabilizar a participação qualificada da comunidade científica brasileira em grandes colaborações internacionais na área da astrofísica envolvendo grandes volumes de dados.
- O apoio financeiro permitiu a mobilidade de pesquisadores brasileiros, garantindo sua presença em reuniões científicas e técnicas de projetos como o DES (Dark Energy Survey), DESI (Dark Energy Spectroscopic Instrument), GAIA, e o LSST (Legacy Survey of Space and Time), entre outros.
- Ao longo do período, foram viabilizadas 32 passagens internacionais, em sua maioria para os Estados Unidos, mas também para países como Chile, França, Reino Unido, Taiwan e Uruguai, assegurando a inserção do Brasil em discussões estratégicas, técnicas e científicas no mais alto nível.
- O INCT permitiu ainda a entrada do LIneA na organização Discovery Alliance com cerca de 40 instituições internacionais o que permitiu os estudantes do INCT a concorrer a ajuda para participar das reuniões anuais do Rubin Observatory - até agora foram seis estudantes brasileiros de diferentes universidades (UFSM, UTFPR, UFRJ, UnB) que tiveram esta oportunidade.

9. Produção Intelectual

Espera-se aqui destacar as principais publicações e produções científicas e técnicas dos INCTs, refletindo seu impacto acadêmico e científico.

Publicações

9.1

Quantidade de publicações relevantes de artigos, livros ou capítulos publicados

Informe o número total de publicações relevantes do INCT neste período.

538

9.2

Publicações mais relevantes do INCT neste período

Máximo de 10 artigos, livros ou capítulos publicados. Inserir a referência completa.

- Multi-messenger observations of a binary neutron star merge, Abbot et al, 2017, *Astrophys. J. Lett* 848, L12
- Dark Energy Survey year 1 results: Cosmological constraints from galaxy clustering and weak lensing, Abbott, TMC et al, 2018, *Physical Review D* 98, 3526
- DES science portal: Creating science-ready catalogs, Fausti Neto et al, 2018, *Astronomy and Computing*, 24, 52.
- DES science portal: Computing photometric redshifts, Gschwend, J. et al. 2018, *Astronomy and Computing*, 25, 58.
- Dark Energy Survey Year 1 results: Cosmological constraints from cosmic shear Troxel M. et al., 2018, *Physical Review D* 98, 3528
- The WaZP galaxy cluster sample of the dark energy survey year 1, Aguena, M. et al., 2021, *MNRAS* 502, 4435
- Galaxy clustering in harmonic space from the dark energy survey year 1 data: compatibility with real-space results Andrade-Oliveira, F. et al., 2021, *MNRAS*, 505, 5714
- Cosmic shear in harmonic space from the Dark Energy Survey Year 1 Data: compatibility with configuration space results, Camacho et al., 2022, *MNRAS*, 516, 5799
- Dark Energy Survey Year 3 results: Cosmological constraints from galaxy clustering and weak lensing Abbott, T. M. C et al., 2022, *Physical Review D* 105, 3520
- The Dark Energy Survey: Cosmology Results with < 1500 New High-redshift Type Ia Supernovae Set, Abbott, T. M. C et al., 2024, *ApJ* 973, L 14

9.3

Outras Produções acadêmicas de destaque em periódicos na área do INCT

Máximo de 30 itens. Orientações concluídas - iniciação científica, mestrado, doutorado, pós-doutorado - projetos de pesquisa, desenvolvimento de produtos tecnológicos, organização de eventos científicos - seminários, congressos, jornadas acadêmicas - traduções técnicas ou científicas relevantes, elaboração de notas técnicas, criação de materiais didáticos ou recursos educacionais abertos.

- Relatório INCT https://www.linea.org.br/admin/wp-content/uploads/2024/12/relatorio_inct.pdf
- Brasil na era do LSST <https://www.linea.org.br/admin/wp-content/uploads/2024/08/LIneA-Brasil-na-era-do-LSST.pdf>
- The Dark Energy Survey: The story of a cosmological experiment https://www.worldscientific.com/doi/10.1142/9781786348364_0008
- Overview of the instrumentation for the dark energy spectroscopic instrument, B Abareshi, B. et al.. 2022, *The Astronomical Journal*, 164, 207
- The final WaZP galaxy cluster catalog of the Dark Energy Survey and comparison with SZE data Benoist, C. et. al., <https://arxiv.org/abs/2507.05360>
- LSST Brasil 2021 (<https://lsst-brazil2021.linea.org.br/>);
- On the Future of Data Centers and e-Science Institutes (<https://workshop2021.linea.org.br/>)
- E-ciência: projetando soluções colaborativas para os desafios do Brasil (design sprint)

9.4

Cursos de curta duração ministrados com conteúdo científico

Inserir o tema, carga horária e público.

- LIneA Science Server Agosto 2021 6 horas
- Jupyter Notebook Agosto 2021 6 horas
- Git e Github (básico) Novembro 2021 2 horas
- Git e Github (avançado) Novembro 2021 2 horas
- Jupyter Notebook Junho 2023 2 horas
- Fundamentos de programação com Python Maio 2024 10 horas
- Versionamento de código: git, github e gitflow Junho 2024 5 horas
- Fundamentos de Banco de Dados Julho 2024 5 horas
- Desenvolvendo Software Científico Agosto 2024 5 horas
- Jupyter Notebook Setembro 2024 5 horas
- Análise de Dados: Incidência de dengue no Brasil Outubro 2024 5 horas
- Python e Banco de Dados Novembro 2024 10 horas
- TOPCAT Dezembro 2024 10 horas
- Introdução ao Aprendizado de Máquina Fevereiro 2025 10 horas
- Aprendizado de Máquina aplicado à Astronomia Abril 2025 5 horas

9.5

Participação em redes de pesquisa, comitês técnicos ou fóruns científicos

Descreva a participação em comitês de assessoramento, por exemplo CNPq ou FAPs, sociedades científicas, conselhos de revistas, etc

- A participação brasileira no Dark Energy Survey (DES) foi estratégica para consolidar a presença científica e tecnológica do país em colaborações internacionais de grande porte e desempenhou um papel central nas ações do INCT do e-Universo. O Brasil, por meio do LIneA e de grupos associados, contribuiu de forma significativa para diversos aspectos do projeto:
- A participação brasileira no LSST, o mais ambicioso levantamento astronômico já concebido, foi coordenada pelo LIneA com apoio do INCT. Essa inserção representou um avanço significativo para a ciência brasileira, tanto em termos de infraestrutura tecnológica quanto na capacitação científica e inserção internacional.
- Comite Gestor INCT - Julio Camargo (ON), Luiz Nicolaci (LIneA), Roberto Martins (ON), Rogerio Rosenfeld (UNESP), Sandro Rembold (UFSM)
- Comite Gestor LIneA - Carlos Adean, Julia Gschwend, Luiz Nicolaci, Mariana Fernandes, Rodrigo Boufleur
- Comite de Assessoramento Técnico 2021-2024- Albino Aveleda, (COPPE/UFRJ), Emmanuel Sanches (RNP), Francisco Brasileiro (UFCG), LIsandro Granville (UFRGS), Ricardo Castro (INT)m Roberto Souto, (LNCC), Rogerio lope, (UNESP). 2025- Albino Aveleda, (COPPE/UFRJ), Daniel Oliveira (UFF), Jeferson de Souza (RNP), Reinaldo Rosa (INPE), Roberto Souto, (LNCC), Rogerio lope, (UNESP).
- DES Management Committee (Luiz Nicolaci)
- DES Publication Board (Rogério Rosenfeld)
- DES Milk Way Working Group (Basilio Santiago)
- DES Solar System Working Group (Julio Camargo)
- LSST Collaboration Council - Marianna Penna-Llma (UnB), Sandro Vitenti (UEL), Michel Aguena (LIneA/Ossevatorio Trieste)
- LSST Speakers Bureau - Marianna Penna-Llma (UnB)
- LSST Membership Committee - Marianna Penna-Llma (UnB), Sandro Vitenti (UEL)
- LSST Spokesperson Succession Committee - Marianna Penna-Llma (UnB)

- LSST Cluster weak Lensing Mass Modeling Topical Team Michel Aguena (LIneA, Osservatorio de Trieste)
- LSST Discovery Alliance Institutional Board - Luiz Nicolaci
- LSST Latam Meetings - Luiz Nicolaci, Rogerio Rosenfeld

9.6

Desenvolvimento de bases de dados científicas ou repositórios temáticos

Inserir o escopo e links.

- Acervo de dados astronômicos:

Com o apoio do INCT o LineA é responsável manter as seguintes bases de dados para os projetos

SDSS <http://skyserver.linea.org.br/sciserver/>

DES <https://scienceserver-dev.linea.org.br/>

ambos aberto ao público e dados ainda sob embargo do LSST aberto aos membros da colaboração. Outros acervos com GAIA e 2mass também estão disponíveis como parte do projeto de oferecer acervos complementares aos dados do LSST

- Google Classroom:

Cursos: Alinhados à nossa missão de preparar a comunidade brasileira para atuar em grandes levantamentos, todos os cursos de treinamentos para as principais ferramentas utilizadas pelos grandes projetos atuais já oferecidos com o apoio do INCT do e-Universo se encontram no Google Classroom, que conta com quase 200 pessoas inscritas –

<https://classroom.google.com/c/NDkzMTA0MzEyODA1?cjc=kl5jnd>

Tutoriais: Repositório com tutoriais detalhados para as principais ferramentas de acesso aos dados provenientes dos projetos participantes – <https://classroom.google.com/c/NjE3MjM1MDE1NzI4?cjc=sffu7kf>

10. Desafios e Oportunidades

Essa parte identifica os principais obstáculos enfrentados e as oportunidades vislumbradas para expansão e continuidade das ações do INCT.

10.1

Desafios Técnicos

Descreva os desafios técnicos enfrentados pelo INCT.

O maior desafio técnico enfrentado pelo INCT do e-Universo foi transformar o Brasil em um parceiro científico confiável na era do Big Data em astrofísica, superando limitações históricas de infraestrutura computacional, integração com sistemas internacionais e formação de pessoal especializado.

A participação brasileira em projetos como o DES e o LSST exigiu o desenvolvimento de soluções capazes de armazenar, processar e analisar grandes volumes de dados astronômicos. Esse desafio demandou a formação de tecnologistas e cientistas de dados, capazes de atuar no desenvolvimento e operação de plataformas científicas de ponta, como: o DES Science Portal, o sistema Quick Reduce, operando em tempo real no telescópio Blanco do Cerro-Tololo Interamerican Observatory (Chile), para análise de qualidade dos dados observacionais; o DES Science Server; o LIneA Science Platform, e os workflows WaZP (detecção de aglomerados) e PZ Compute (estimativa de redshifts).

10.2

Desafios Financeiros

Descreva os desafios financeiros enfrentados pelo INCT.

- 1) A liberação dos recursos, principalmente da FAPERJ, foi marcada por atrasos e falta de previsibilidade. Isso dificultou o planejamento de médio e longo prazo de atividades estratégicas, como aquisição de equipamentos, contratação de pessoal técnico e execução de missões internacionais.
- 2) A contratação e manutenção de equipes técnicas qualificadas, incluindo engenheiros de software, cientistas de dados e analistas de sistemas, foi um dos maiores desafios.
- 3) A variação cambial que impactou no preço de passagens, diárias e taxas de inscrição, afetando a visibilidade e a influência brasileira nas colaborações e comprometendo a compra dos equipamentos necessários para a implantação do IDAC-Brasil.
- 4) Os modelos de financiamento disponíveis, geralmente voltados a projetos de prazo limitado, não são compatíveis com os custos operacionais permanentes, em particular para a manutenção da equipe de tecnologistas. As bolsas são úteis para resolver problemas pontuais.

10.3

Desafios Institucionais

Descreva os desafios institucionais enfrentados pelo INCT.

Um dos entraves enfrentados pelo INCT foi a falta de apoio institucional por parte da sede originalmente indicada no projeto, o que levou a transferência da sede para o LIneA, um ICT privado com poucos recursos. Essa mudança exigiu esforços adicionais de reorganização e gestão, afetando a estabilidade da equipe técnica e a continuidade de algumas frentes de trabalho.

Outro aspecto crítico foi a ausência de oportunidades para renovação ou extensão do projeto. No caso específico do INCT do e-Universo, todo o investimento foi orientado para preparar o Brasil para participar de forma qualificada no projeto transformador LSST, cujo observatório foi inaugurado em 23 de junho de 2025. Após mais de uma década de preparação técnica e científica, o LSST está prestes a iniciar suas operações científicas regulares — exatamente quando o Brasil deveria começar a colher os frutos de sua participação.

10.4

Desafios Sociais

Descreva os desafios sociais enfrentados pelo INCT.

Um dos maiores desafios enfrentados pelo INCT foi manter a motivação e o comprometimento da equipe técnica altamente especializada, apesar das incertezas financeiras. Trata-se de uma equipe formada ao longo de mais de 15 anos, com atuação no desenvolvimento de plataformas científicas, pipelines de análise, infraestrutura computacional e suporte a colaborações internacionais como DES e LSST. Seus resultados foram reconhecidos nacional e internacionalmente, inclusive com a seleção de implantar o IDAC-Brasil.

No entanto, a ausência de mecanismos institucionais de carreira ou contratação para profissionais técnicos de ciência de dados compromete a sustentabilidade desse capital humano, colocando em risco todo o investimento realizado na formação de competências estratégicas para o país na área de e-Ciência.

Manter a moral da equipe diante da instabilidade e da incerteza foi um esforço constante, sustentado principalmente pelo comprometimento pessoal e pela consciência da relevância científica e tecnológica do trabalho desenvolvido.

10.5

Outros Desafios

Descreva outros desafios enfrentados pelo INCT.

Um dos maiores desafios enfrentados pelo INCT foi desenvolver o plano e conduzir a implantação do IDAC Brasil (Independent Data Access Center) no contexto do projeto LSST, em meio a inúmeras incertezas técnicas, institucionais e orçamentárias, e com uma equipe técnica extremamente reduzida.

Apesar das dificuldades, o esforço posiciona o Brasil como parte integrante da rede internacional de IDACs e como um dos poucos países fora dos EUA com capacidade reconhecida para prover acesso científico aos dados do LSST.

10.6

Oportunidades de Expansão da pesquisa

Descreva as oportunidades de expansão identificadas pelo INCT. Adicione quantos itens forem necessários.

- A participação do Brasil no LSST não apenas garante acesso a um dos maiores levantamentos astronômicos da história, como também posiciona o país de forma estratégica em uma rede internacional de colaboração científica e tecnológica de ponta.

Ao integrar-se à infraestrutura global do Rubin Observatory, por meio do IDAC Brasil e da atuação coordenada pelo Grupo de Participação Brasileiro (BPG), o Brasil:

Estabelece relações duradouras com instituições de excelência nos Estados Unidos, Europa e outros países parceiros;

Ganha visibilidade e credibilidade como parceiro confiável em projetos científicos de grande escala;

Capacita seus pesquisadores a lidar com metodologias e tecnologias que são referenciais em Big Data, computação distribuída e ciência colaborativa.

Esse envolvimento cria uma base sólida que facilita a entrada do Brasil em novos projetos internacionais — seja em astronomia, seja em áreas interdisciplinares que compartilham os mesmos desafios técnicos e científicos, como clima, saúde, física de partículas, inteligência artificial e ciências ambientais.

Em outras palavras, o LSST insere o Brasil no ecossistema global da ciência orientada por dados, com efeitos multiplicadores sobre a capacidade científica, tecnológica e formativa do país.

10.7

Oportunidades de Novas Parcerias

Descreva as oportunidades de parcerias identificadas pelo INCT. Adicione quantos itens forem necessários.

- SMCT (Secretaria Municipal de Ciência e Tecnologia - Rio de Janeiro - estabelecer ações de popularização da ciência e formação em tecnologias digitais e computacionais voltadas à juventude e educação básica oferecendo cursos em informática;
- SECTI (Secretaria Estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação - RJ) - na proposição de políticas estaduais para fomento à pesquisa em Big Science, computação científica e e-ciência.
- Porto Maravilha - Instalar parte das atividades do LIneA e ter proximidade com startups e talentos em ciência de dados, IA, computação gráfica e tecnologias educacionais.
- IMPA - desenvolver projetos conjuntos em análise de grandes volumes de dados, e participar de cursos de extensão no IMPATECH
- IBCCF (Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho – UFRJ) - desenvolvimento conjunto de plataformas computacionais, workflows científicos e formação de recursos humanos em ciência de dados.
- CENABIO (Centro Nacional de Biologia Estrutural e Bioimagem – UFRJ) - compartilhar expertise em análise e visualização de grandes volumes de dados e imagens de alta resolução.adaptando software do LIneA às necessidades da biociência
- RNP (Rede Nacional de Ensino e Pesquisa) - compartilhar a experiência sendo acumulada no gerenciamento dos dados do LSST para outros membros da rede de e-ciência

- Programa Nancy Grace Roman (NASA) - posicionar o Brasil desde já em missões futuras da NASA como o Nancy Grace Roman Space Telescope (lançamento previsto para 2027), que terá foco em cosmologia e exoplanetas, uma continuidade natural da experiência brasileira no DES e LSST.

10.8

Oportunidades de Financiamentos Potenciais no Brasil

Descreva as oportunidades de financiamento potencial no Brasil identificadas pelo INCT. Adicione quantos itens forem necessários.

- Infelizmente, até o momento, a única fonte de recursos para o LIneA tem sido a FINEP, com foco quase exclusivo na aquisição de equipamentos. Apesar de todos os esforços feitos ao longo dos anos para garantir a sustentabilidade do laboratório, não há atualmente recursos assegurados para a manutenção da equipe técnica e científica, cuja expertise é crítica para a operação e desenvolvimento das plataformas computacionais e para o cumprimento dos compromissos internacionais assumidos pelo Brasil, como o acordo de cooperação com o SLAC/DOE no contexto do LSST.

Caso até novembro de 2025 não sejam identificadas novas fontes de financiamento voltadas para custeio de pessoal, o LIneA será forçado a encerrar suas atividades e o acordo internacional com o SLAC será cancelado, representando uma grave perda de capital humano, tecnológico e reputacional para a ciência brasileira.

Essa situação compromete diretamente:

- 1) O papel do Brasil como parceiro estratégico com o SLAC/DOE no LSST;
- 2) A continuidade do trabalho desenvolvido pelo IDAC-BR;
- 3) A formação de novos talentos em ciência de dados e e-ciência;
- 4) A liderança do país em grandes colaborações internacionais em astronomia e física.

10.9

Oportunidades de Financiamentos Potenciais no Exterior

Descreva as oportunidades de financiamento potencial no exterior identificadas pelo INCT. Adicione quantos itens forem necessários.

- O LIneA com o apoio do INCT se tornou membro do Discovery Alliance A LSST Discovery Alliance é uma organização internacional sem fins lucrativos que atua como parceira estratégica do Vera C. Rubin Observatory e do projeto Legacy Survey of Space and Time (LSST). Criada a partir da reestruturação da antiga LSST Corporation, sua missão é ampliar o impacto científico, educacional e social do LSST, mobilizando recursos complementares aos financiamentos públicos e promovendo uma comunidade global e inclusiva de pesquisadores.

A Discovery Alliance desempenha um papel essencial na organização e no fortalecimento de iniciativas voltadas para o desenvolvimento de software científico e ferramentas de análise de grandes volumes de dados. Com programas como o LINCC Frameworks, Catalyst Fellowship e o Data Science Fellowship Program, a Discovery Alliance estabelece pontes entre ciência, educação e tecnologia, buscando garantir que os dados produzidos pelo LSST sejam amplamente utilizados para avanços científicos transformadores em escala global.

O Brasil, por meio do LIneA, é parte ativa dessa aliança, contribuindo com infraestrutura, software e expertise, e beneficiando-se da integração a uma rede internacional de excelência em ciência orientada por dados.

10.10

Oportunidades de Implementação de novas tecnologias (ex: serviços, protocolos, procedimentos)

Descreva as oportunidades de implementação de novas tecnologias identificadas pelo INCT. Adicione quantos itens forem necessários.

- O LIneA consolidou, ao longo de mais de uma década, competências únicas no Brasil em áreas essenciais para a

e-Ciência: gestão de dados científicos em larga escala, desenvolvimento de plataformas digitais, computação distribuída e formação de equipes interdisciplinares. Sua atuação, inicialmente voltada à astrofísica, tem potencial direto de ser expandida para outras áreas estratégicas da ciência brasileira.

O relatório produzido no encontro E-ciência: projetando soluções colaborativas para os desafios do Brasil realizado na FINEP em Março de 2025, promovido pelo CGEE a pedido do MCTI e com a participação de representantes da comunidade científica, de agências de fomento e da sociedade civil, reconheceu o LIneA como um núcleo nacional de competência em e-Ciência, com infraestrutura técnica madura, cultura de inovação e compromisso com a ciência aberta e colaborativa.

Dessa forma, o LIneA está plenamente capacitado para atuar como modelo e infraestrutura de referência para o avanço da e-Ciência no Brasil, contribuindo não apenas para a astronomia, mas para áreas como saúde pública, biofísica, meio ambiente, e clima, entre outras.

10.11

Ações adotadas para a superação dos desafios relatados

Descreva as medidas concretas de superação. Exemplo: "Desafio: cortes orçamentários. Ação: redirecionamento para editais estaduais." Máximo de 200 palavras

O esforço do INCT foi complementado com projetos submetidos para a FINEP como para a chamada de centros temáticos. Um grande esforço também vem sendo feito junto ao MCTI para dotar o ICT com um orçamento de longo prazo.

11. Correlação com a ENCTI vinculada a cada Edital/Chamada

Solicita-se evidenciar como as atividades do INCT se alinham às diretrizes estratégicas da ENCTI vigente, bem como sugestões para fortalecer essa vinculação.

11.1

Como as atividades do INCT se alinham aos eixos da ENCTI?

*Relacione quais eixos estratégicos da ENCTI são contemplados. Para consultar a ENCTI vinculada ao Edital/Chamada, veja [Edital 2012-2015](<http://bibliotecadigital.economia.gov.br/handle/123456789/384>) ou [Edital 2016-2022](<http://bibliotecadigital.economia.gov.br/handle/123456789/990>).
 Máximo de 200 palavras.*

O INCT do e-Universo cumpriu com êxito os principais eixos do Programa que são:

1. Produção científica de excelência

O INCT atuou em colaboração com grandes projetos internacionais produzindo e coautorando centenas de artigos científicos de alto impacto em revistas internacionais

2. Formação de recursos humanos

O INCT promoveu a formação de uma nova geração de cientistas e tecnologistas especializados em ciência de dados contribuiu para a formação de mestres, doutores e pós-doutores; desenvolveu e ofereceu cursos na ciência de dados, promoveu diversos workshops nacionais e internacionais, e webinars corinfe tópicos científicos e técnicos.

3. Disseminação e difusão do conhecimento

O INCT criou e operou plataformas abertas que permitem o acesso a dados reais por parte da comunidade científica e estudantil, participou de feiras, eventos, produziu materiais de divulgação científica voltados para o público geral usando as redes sociais e vídeos de cursos sobre ciência de dados disponíveis em seu canal de youtube.

4. Interação com a sociedade e o setor produtivo

O INCT desenvolveu competências em ciência de dados, com potencial aplicação em setores além da astronomia, e contribuiu para formar profissionais com perfil híbrido (ciência + tecnologia).

11.2

Sugestões para fortalecer essa correlação

Relacione as sugestões de como fortalecer a integração com a política nacional. Máximo de 200 palavras.

Se o programa INCT foi concebido para viabilizar projetos estratégicos de longa duração, é fundamental que os INCTs aprovados tenham a oportunidade de continuidade, mediante avaliações periódicas de seu desempenho. Iniciativas na fronteira do conhecimento, como as que integram grandes colaborações internacionais, exigem pelo menos três décadas entre a proposta original, a construção da infraestrutura, o início das operações e a plena exploração científica.

Nesse contexto, a recente decisão de não permitir a renovação dos INCTs — mesmo antes da conclusão da avaliação de seus resultados — representa um equívoco. Tal medida compromete a sustentabilidade de projetos que já demonstraram sucesso e relevância estratégica.

Uma alternativa viável seria a criação de Institutos de Ciência e Tecnologia (ICTs) com financiamento adequado, capazes de dar continuidade às iniciativas dos INCTs bem-sucedidos após o término de seu ciclo inicial. Esses projetos também poderiam ser incorporados de forma estável ao Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, garantindo sua permanência e seu impacto a longo prazo. Um dos mais importantes legados do INCT do e-Universo foi a criação e o apoio dado a Associação LIneA que por sua vez possibilitou a implantação de uma centro internacional de dados, algo pioneiro no Brasil.

12. Sugestões e Comentários Finais

Espaço para registrar recomendações que possam contribuir para o aprimoramento das ações e da avaliação do INCT.

12.1

Recomendações para aprimoramento das atividades do INCT

Relacione as recomendações para aprimoramento das atividades do INCT. Máximo de 250 palavras.

Com base nos desafios enfrentados pelo INCT e na experiência acumulada ao longo de sua execução, seguem as principais recomendações para o aprimoramento do Programa INCT e de outras iniciativas voltadas à sustentação da participação brasileira em projetos de Big Science:

Destinar recursos específicos para contratação de um(a) administrador(a) com experiência em gestão de projetos complexos e internacionais.

Incluir apoio técnico e jurídico para lidar com contratos internacionais, prestação de contas e aquisição de equipamentos sofisticados.

Permitir a alocação de equipe mínima de apoio, garantindo continuidade na execução administrativa.

Prever verbas específicas para comunicação institucional,

Estimular programas de Educação e Divulgação Pública com foco em jovens e professores.

Melhorar o sistema de submissão e acompanhamento de projetos e relatórios, em substituição a atual plataforma Carlos Chagas

Tornar mais transparente e acessível o histórico de avaliações, pareceres e andamento dos projetos.

Instituir encontros anuais entre os coordenadores e equipes dos INCTs, promovendo maior integração e identificação de problemas em comum;

Criar um instrumento de transição dos INCTs de alto desempenho para uma figura jurídica mais estável, como uma Organização Social (OS).

Garantir prazo de funcionamento até a conclusão do projeto científico internacional ao qual estão associados.

Permitir renovação simplificada com base em desempenho, evitando rupturas abruptas.

Estabelecer fundo nacional de apoio à Big Science, com recursos plurianuais e governança compartilhada.

Essas recomendações visam assegurar sua sustentabilidade em empreendimentos científicos de longo prazo, onde o Brasil só poderá ter protagonismo se houver continuidade institucional e recursos adequados.

12.2

Outras considerações relevantes

Relacione outras considerações relevantes. Máximo de 250 palavras.

A realização de projetos de Big Science como DES e o LSST – exige planejamento de longo prazo, continuidade institucional e mecanismos estáveis de financiamento. No entanto, uma das maiores dificuldades enfrentadas pela comunidade científica brasileira, inclusive no âmbito do INCT do e-Universo, foi justamente a ausência de instrumentos adequados para sustentar iniciativas complexas e duradouras.

Projetos de Big Science são, por definição Internacionais, Interdisciplinares, longa duração, e altamente tecnológicos.

No Brasil, não existem atualmente instrumentos estáveis e de longo prazo que garantam:

A formação e retenção de equipes técnicas especializadas, muitas vezes com competências críticas raras no país;

O financiamento recorrente de manutenção de plataformas computacionais e recursos humanos associados à operação de data centers e serviços científicos;

A integração institucional e governança científica necessárias para representar o país nesses grandes consórcios internacionais o que no atual caso vem sendo feita de forma quase inédita pelo INCT/LIneA

A transição entre fases do projeto, especialmente entre construção, operação e exploração científica, com características distintas e equipes com perfis diferentes, exigindo flexibilidade na forma de contratação..

A experiência do INCT do e-Universo mostra com clareza a urgente necessidade de políticas públicas que reconheçam as especificidades dos projetos de Big Science, oferecendo mecanismos de financiamento contínuos, flexíveis e duradouros, compatíveis com a complexidade e os prazos desses empreendimentos. Sem isso, o Brasil corre o risco de perder protagonismo científico e desperdiçar décadas de investimento em ciência, tecnologia e formação de pessoal qualificado.

13. Autoavaliação

Permite que os coordenadores expressem sua percepção sobre a adequação do formulário e sugiram melhorias para futuras edições.

13.1

O formulário contemplou adequadamente as atividades e resultados do INCT?

Parcialmente

13.2

Sugestões para aprimorar este formulário de avaliação

Comente sobre estrutura, clareza e escopo do formulário. Máximo de 150 palavras.

restrição de espaço e dificuldade de interpretar informação desejada em certos itens.
