



Impulsionando novas descobertas

# LNA em dia

Revista Eletrônica do Laboratório Nacional de Astrofísica

Volume 68 Dez/2025



25 anos do  
**Observatório Gemini**

**LNA em dia** é uma publicação eletrônica para divulgação de notícias destinada à comunidade brasileira. A missão do LNA é fomentar a astrofísica nacional de forma cooperada, desenvolvendo e gerenciando a infraestrutura observacional e laboratorial para impulsionar descobertas científicas e inovações tecnológicas.

ISSN 21794324

lnaemdia@lna.br

#### **Wagner José Corradi Barbosa**

Diretor do LNA

#### **Elieber Mateus dos Santos**

Coordenação de Administração

#### **Luciano Fraga**

Coordenação de Astrofísica

#### **Clemens Darwin Gneidig**

Coordenação de Engenharia e Desenvolvimento de Projetos

#### **Saulo Roberly Gargaglioni**

Coordenação do Observatório do Pico dos Dias

#### **Giuliana Capistrano**

**Patricia Aline de Oliveira**

Corpo Editorial

#### **Plínio Fernandes**

Projeto Gráfico e Diagramação



#### **Foto da capa**

Crédito: International Gemini Observatory / NOIRLab / NSF / AURA

Para celebrar os 25 anos do Observatório Gemini, estudantes no Chile escolheram o telescópio Gemini Sul para registrar a NGC 6302, apelidada de Nebulosa da Barboleta por conta da sua forma. O Brasil é co-proprietário do Observatório Gemini e o LNA gerencia a participação do Brasil nessa colaboração.

## **Horizontes em expansão**

Ao encerrarmos mais um ano de trabalho, esta edição do **LNA em dia** é um convite à reflexão sobre o papel coletivo que sustenta a astrofísica brasileira. O Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA) reafirma sua missão de oferecer infraestrutura, governança e ambiente colaborativo para a produção científica de excelência, conectando pesquisadores, instituições e projetos que ampliam nossa compreensão do universo.

Em 2025, a comunidade LNA demonstrou, mais uma vez, rigor, espírito cooperativo e capacidade de inovação. A atuação integrada de seus diferentes perfis profissionais sustenta cada etapa do trabalho institucional, da concepção à operação, da observação à análise, fortalecendo o uso compartilhado das grandes instalações e o diálogo permanente entre saberes complementares.

O próximo ciclo se anuncia promissor. Novas observações, parcerias e perguntas científicas seguem no horizonte. Que o período de festas seja também um tempo de renovação intelectual e confiança no trabalho coletivo.

Boas festas e um ano novo produtivo para toda a comunidade brasileira.

As editoras



Clique no  
símbolo do  
LNA para voltar  
ao Sumário  
desta edição

# LNA em dia

Volume 68 Dez/2025

→  
Clique nos  
títulos das  
matérias para  
avançar até  
as páginas  
indicadas

## Notícias do OPD

- Primeiro artigo científico com dados da SPARC4 ..... 3

## Notícias do OPD e do SOAR

- Sondando o disco de uma estrela Be eclipsante: a contribuição  
da polarimetria para o estudo de V658 Car ..... 5

## Notícias do SOAR

- Fenômeno raro no Universo: astrônomos flagram uma estrela Be  
orbitando uma binária eclipsante em um sistema triplo ..... 10

## Notícias do Gemini

- Chamada Gemini 2026A – Estatísticas de submissão  
de propostas de Observação ..... 13

## Notícias do LNA

- LNA assina acordo internacional para as Fases B2, C, D e E  
referentes ao desenho final, construção e comissionamento  
do instrumento MOSAIC do ELT do ESO ..... 16

- LNA participa de consórcio internacional  
no Experimento DUNE ..... 18

- LNA na SAB ..... 22

- LNA marca presença na Semana Nacional de Ciência  
e Tecnologia 2025 ..... 23

- LNA participa do II Workshop da Pós-Graduação  
em Física da UNIFEI ..... 25

- LNA participa do NASA International Space Apps  
Challenge em Itajubá ..... 26

- Diretor do LNA recebe a Medalha Teodomiro Santiago ..... 27



# Primeiro artigo científico com dados da SPARC4

## Detecção de manchas estelares em sistema exoplanetário

Adriana Válio, Eder Martioli, Andre O. Kovacs, Viktor Y. D. Sumida, Leandro de Almeida, Diego Lorenzo-Oliveira, Francisco Jablonski e Cláudia V. Rodrigues<sup>+</sup>

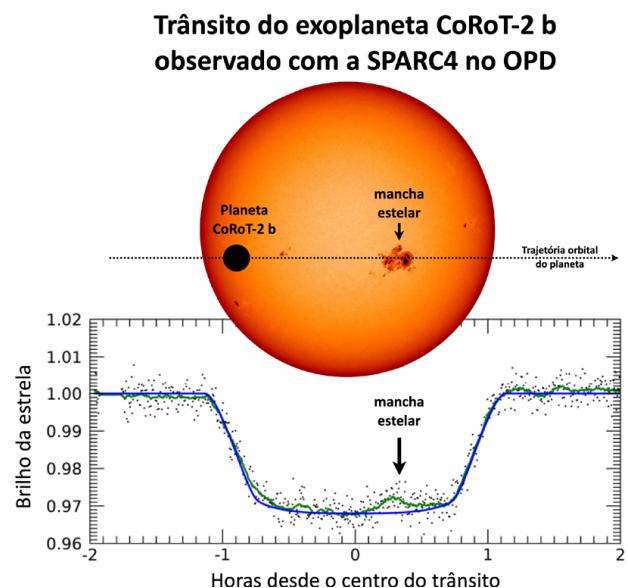
Em 20 de outubro de 2025, foi publicado na revista *The Astrophysical Journal* o primeiro artigo científico baseado em dados obtidos com o novo instrumento SPARC4, instalado no Observatório do Pico dos Dias (OPD), do Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA).

O artigo, intitulado “*Starspot Temperature of CoRoT-2 from Multiwavelength Observations with SPARC4*”, pode ser acessado no link abaixo:  
<https://iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-4357/adf8e2/pdf>

O estudo, liderado pela astrônoma Dra. Adriana Valio (Universidade Presbiteriana Mackenzie) e com a participação de pesquisadores do LNA, Mackenzie, SOAR/NOIRLab e INPE, analisou dados da estrela CoRoT-2, uma estrela jovem e ativa que abriga o planeta gigante CoRoT-2 b, o qual passa regularmente em frente ao seu disco, causando pequenos eclipses parciais, conhecidos como trânsitos.

As estrelas, assim como o nosso Sol, possuem manchas escuras, que são regiões de menor temperatura e maior campo magnético com relação à sua vizinhança. Medir a temperatura dessas manchas ajuda os astrônomos a entender como a atividade magnética afeta o brilho das estrelas, influencia as observações de exoplanetas e revela o que acontece nas camadas internas onde os campos magnéticos são gerados.

Usando o instrumento SPARC4, acoplado ao telescópio Perkin-Elmer de 1,6 metro do OPD, os pesquisadores observaram um trânsito do exoplaneta CoRoT-2 b simultaneamente em quatro cores (teoricamente essas cores são chamadas de bandas g, r, i e z). Essas observações multicores permitiram detectar variações sutis no brilho da estrela ao longo do tempo, que ocorrem quando o planeta atravessa regiões com manchas estelares, como ilustrado na Figura 1.



**Figura 1.** Ilustração artística do trânsito do exoplaneta CoRoT-2 b passando sobre regiões de manchas estelares. O gráfico abaixo mostra a curva de brilho da estrela observada com o instrumento SPARC4 em seu canal mais azul (banda g), evidenciando a diminuição do brilho causada pela passagem do planeta diante do disco estelar e a variação adicional associada à travessia por regiões com manchas estelares.

Com o auxílio de modelagens avançadas com o código ECLIPSE (desenvolvido pela Dra. Valio e colaboradores), incluindo simulações conhecidas como Cadeias de Markov Monte Carlo, a equipe identificou duas grandes manchas na estrela. As temperaturas dessas manchas foram estimadas entre 5.300 e 5.550 Celsius, apenas um pouco mais frias que a superfície da estrela ao redor das manchas. Esses valores se assemelham às penumbras das manchas solares, sendo mais quentes que as regiões da umbra no Sol, o que indica que a atividade magnética de CoRoT-2, embora intensa, é relativamente moderada.

As manchas detectadas são enormes — com até 70 mil quilômetros de diâmetro, muito maiores do que as manchas observadas no

Sol. Este estudo demonstra uma nova maneira de estimar temperaturas de manchas estelares usando fotometria multibanda simultânea, aprimorando nossa capacidade de investigar o magnetismo das estrelas e de obter medições mais precisas de exoplanetas que orbitam estrelas ativas.



**Adriana Válio** é professora da Universidade Presbiteriana Mackenzie, **Eder Martioli** é pesquisador do LNA, **Andre O. Kovacs** e **Viktor Y. D. Sumida** são alunos de doutorado na Universidade Presbiteriana Mackenzie, **Leandro de Almeida** é astrônomo residente do NOIRLab, **Diego Lorenzo-Oliveira** é pesquisador do LNA e **Francisco Jablonski** e **Cláudia V. Rodrigues** são pesquisadores do INPE.



SPARC4

Crédito: Eder Martioli



# Sondando o disco de uma estrela Be eclipsante: a contribuição da polarimetria para o estudo de V658 Car

Ariane Cristina Fonseca Silva, Tajan Henrique de Amorim, Alex Carciofi e Felipe Navarete<sup>+</sup>

Estrelas Be são estrelas massivas e com alta rotação, rodeadas por um disco gasoso fino, fortes emissores de linhas de hidrogênio neutro, tais como H $\alpha$  em 656 nm. Esses discos são fundamentais para entendermos como estrelas massivas perdem massa e momento angular, mas normalmente nós os observamos apenas de forma indireta: a luz da estrela e do disco se somam em uma única fonte pontual, projetada no céu, pois mesmo as mais próximas não podem ser resolvidas por um telescópio. Como normalmente não conseguimos separar facilmente a contribuição da estrela e do disco, a caracterização da estrela central é sempre feita de forma indireta. O sistema V658 Car surge como uma exceção rara e valiosa a esse cenário.

No artigo “X-Rayng a Be star disk: fundamental parameters of the eclipsing binary Be star V658 Car” (de Amorim et al. 2025a) recentemente aceito para publicação na revista *The Astrophysical Journal* (DOI:10.3847/1538-4357/ae1578, o estudo completo pode ser acessado pelo link: <https://arxiv.org/abs/2507.20053>), mostramos que V658 Car é o primeiro sistema conhecido composto por uma estrela Be e uma estrela sub anã quente (sdB) em configuração eclipsante (Figura 1). Essa configuração nos permite caracterizar as duas estrelas eliminando, quase que totalmente, a contribuição do disco,

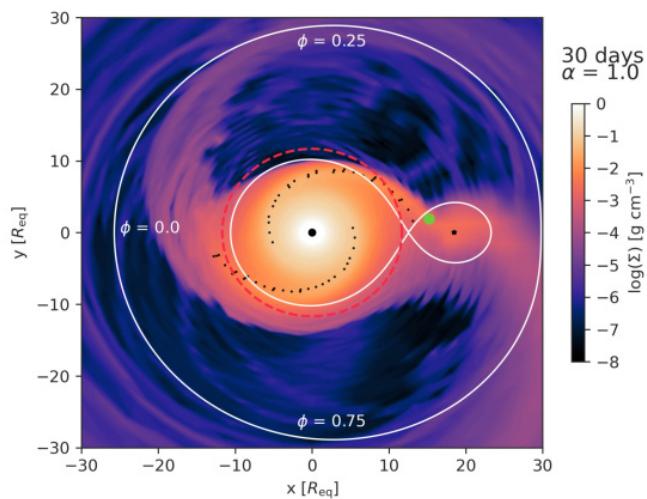
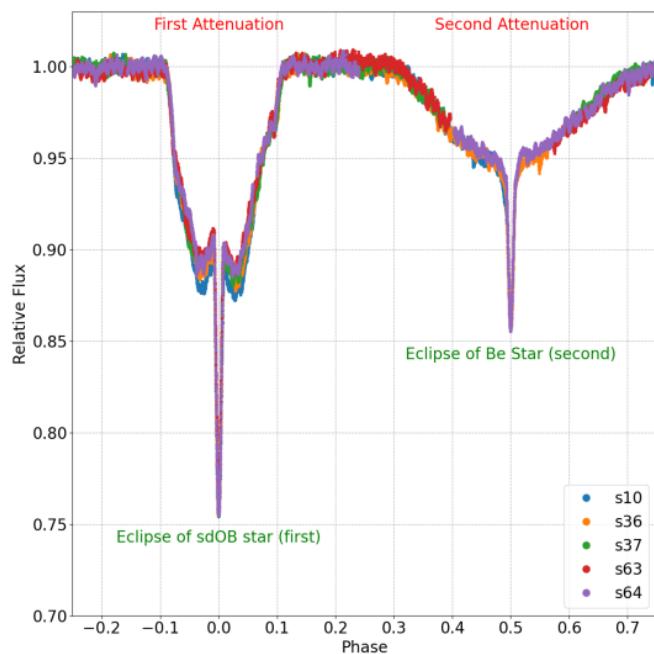
nos permitindo afirmar que este é um dos sistemas Be com parâmetros estelares mais precisos (ou talvez até o mais preciso). Além disso, essa configuração de alinhamento quase perfeito transforma o sistema em um verdadeiro laboratório natural para o estudo de discos de estrelas Be: ao longo da órbita, a luz das duas componentes atravessa diferentes regiões do disco da estrela Be, produzindo eclipses estreitos e atenuações mais amplas que carregam informação direta sobre a estrutura e a densidade do gás do disco.

A caracterização de V658 Car exigiu um esforço observacional amplo e coordenado. A fotometria de alta precisão do satélite TESS revelou dois eclipses estreitos por cada órbita do sistema, associados às ocultações mútuas das estrelas, além de uma atenuação mais extensa, interpretada como a passagem da companheira por trás do disco da Be. A fotometria multi-banda, obtida com a valiosa colaboração de muitos astrônomos não-profissionais brasileiros, nos permitiu obter maior precisão na estimativa da extinção interestelar e refinar os parâmetros estelares de ambas estrelas. Espectros ópticos e no infravermelho próximo, obtidos com o espectrógrafo de alta-resolução NRES (sitiado no Las Cumbres Observatory) e o espectrógrafo infravermelho TripleSpec

(instalado no telescópio SOAR), permitiram separar as assinaturas espectrais da estrela Be, da sdB e de seus ambientes circunstelares. Observações em comprimentos de onda mais curtos, com dados de arquivo do satélite IUE (*International Ultraviolet Explorer*) no ultravioleta e o espectro médio do Gaia DR3 no óptico, completaram a distribuição de energia espectral do sistema, do UV ao infravermelho, fornecendo vínculos importantes às temperaturas, raios e luminosidades das duas estrelas. Por último, observações polarimétricas no OPD, permitiram estudar a geometria e a densidade do disco.

Os espectros infravermelhos do SOAR, mas especificamente a linha de Fe II 9997 Å (veja a

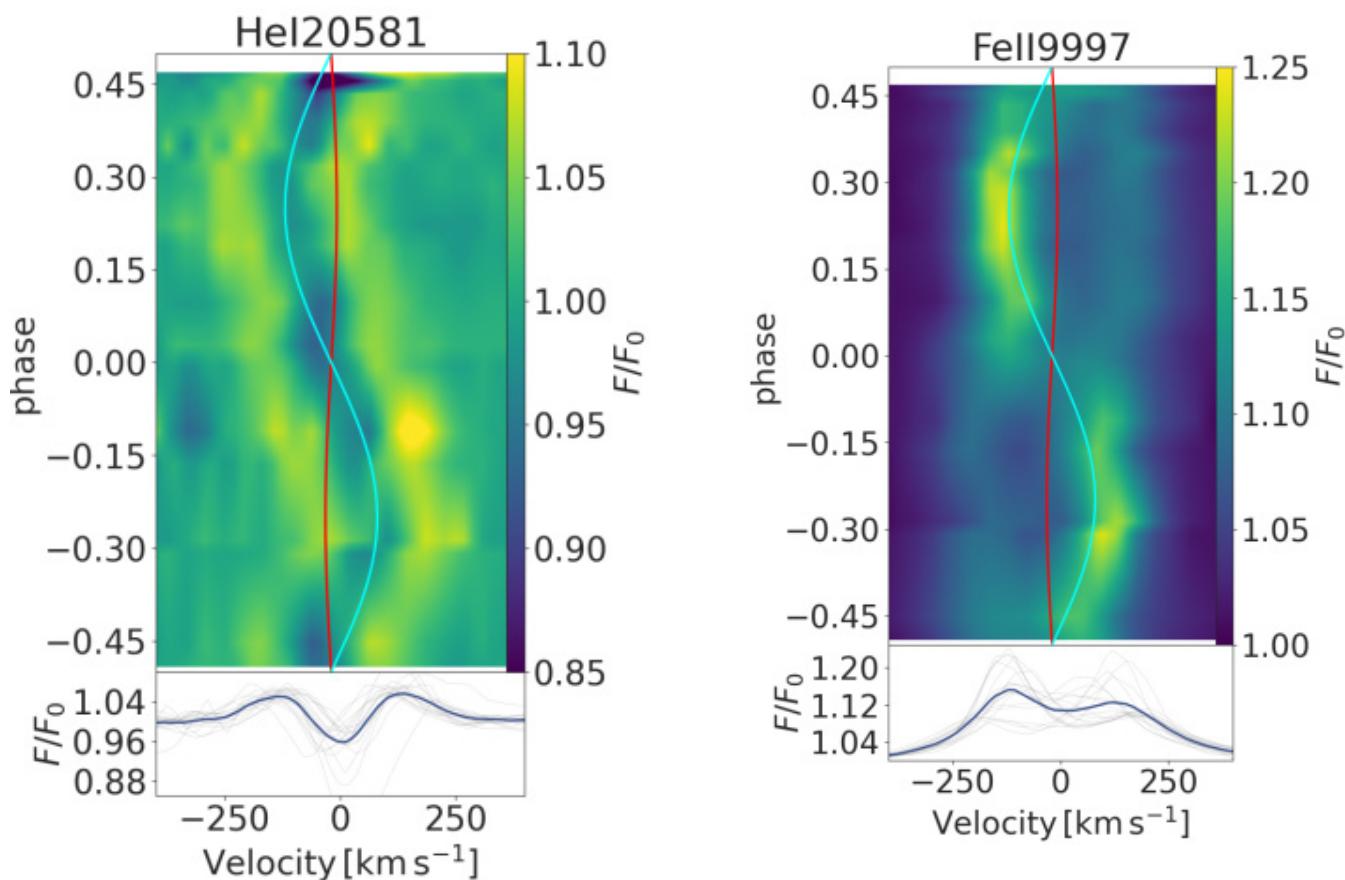
Figura 2), mostram uma emissão de duplo pico, consistente com a emissão do disco central da estrela Be, mas com uma assimetria que oscila entre velocidades positivas e negativas com o mesmo período orbital do sistema, seguindo o movimento da companheira, mas com velocidades radiais mais altas, indicando que são originadas mais internamente do que a órbita da companheira, e com movimento levemente adiantado em fase. Assumindo o disco como Kepleriano, podemos mapear com precisão a origem dessa emissão (marcada como um ponto verde na Figura 1). Essa é a primeira confirmação da existência de uma ponte, na qual a matéria ejetada pela estrela Be é transferida para um disco ao redor da estrela companheira.



**Figura 1.** Esquerda: Curva de luz de V658 Car obtida pelo TESS. Cada cor representa um setor de observação diferente. Vê-se um eclipse profundo quando a estrela sub anã quente (sdOB) é ocultada pelo disco e pela estrela Be (na fase 0.0) e um segundo eclipse, mais estreito, quando a Be é eclipsada (fase 0.5). Direita: Simulação SPH para um sistema binário com  $\alpha = 1$  (parâmetro de viscosidade definido por Shakura & Sunyaev 1973), período de 30 dias, e razão entre as massas estelares MBe/MsdOB=6. indica a fase orbital observada. Mais detalhes sobre a simulação podem ser encontrados em Rubio et al. (2025). É mostrada a densidade superficial, exibindo o disco de dois braços (linhas pontilhadas) e a transferência de massa do disco da Be para a companheira. Considerando o disco como Kepleriano, podemos mapear as posições físicas do perfil de pico duplo (círculo tracejado em vermelho) e da emissão oscilante (ponto verde) em Fe II 9997 Å com base nas suas velocidades de pico. Como esta última varia ao longo do período orbital, ela é representada como um ponto, enquanto a primeira permanece estável e, portanto, é representada com um círculo.

Essa ponte já havia sido teorizada por modelos hidrodinâmicos (Rubio et al. 2025), mas nunca havia sido de fato observada. Além disso, a linha de He I 20581 Å claramente apresenta um perfil de emissão de duplo pico seguindo o movimento orbital da companheira, ou seja, uma

deteção direta de um disco circumsecundário. Esse sistema faz parte de uma pequena amostra de sistemas binários contendo estrelas Be, no qual a presença de um disco ao redor da estrela companheira (gerada pela ponte) foi detectado.



**Figura 2.** Espectros dinâmicos para V658 Car para duas linhas do infravermelho: He I 20251 Å (esquerda) e Fe II 9997 Å (direita). As linhas sólidas vermelha e azul representam o movimento orbital da Be e da companheira, respectivamente.

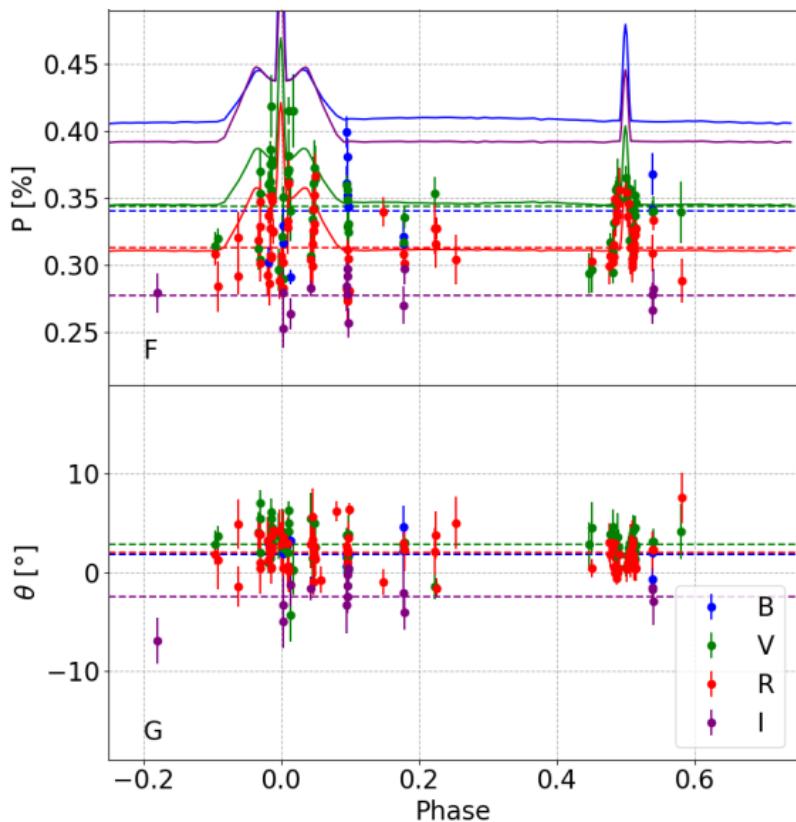
As missões realizadas no OPD forneceram medições polarimétricas nas bandas B, V, R e I ao longo de vários ciclos orbitais. Utilizamos o polarímetro IAGPOL tanto nos telescópios *Boller & Chivens* (0.6 m) quanto no Perkin-Elmer (1.6 m). No contexto de estrelas Be, a polarização da luz surge principalmente pelo espllhamento Thomson da radiação estelar pelos elétrons livres no disco. Em um disco achatado,

visto com alta inclinação, é observado um sinal de polarização linear bem definido, cujo grau e ângulo dependem da densidade e da geometria do disco. No caso de V658 Car, a órbita é observada com inclinação de  $\sim 89^\circ$ , isto é, quase exatamente de perfil. Nessa situação, pequenas mudanças no balanço entre a luz não polarizada e a luz espalhada, produzem variações mensuráveis no sinal de polarização.

Nossas observações tiveram dois objetivos principais. O primeiro era mapear a variação da polarização total em função da fase orbital, acompanhando os eclipses e atenuações vistas também na fotometria. O segundo era isolar a componente de polarização intrínseca do sistema, separando-a da contribuição do meio interestelar, que pode “mascarar” o sinal físico do disco. Para isso, utilizamos o método das estrelas de campo: observamos 4 estrelas na vizinhança de V658 Car, selecionadas com base na proximidade (distância geométrica) e tipo espectral, de forma a minimizar a possibilidade de apresentarem polarização intrínseca. Assim, toda a polarização observada nessas estrelas seria atribuída apenas ao meio interestelar. Ao subtrair essa componente, recuperamos a polarização intrínseca de V658 Car.

O grau de polarização (Figura 3 – painel superior) apresentou modulações correlacionadas

com os eventos fotométricos. Durante o segundo eclipse, a polarização aumenta: compatível com um cenário em que uma fonte de luz pouco polarizada (estrela Be) é temporariamente obscurecida pela sua companheira enquanto o próprio disco permanece visível. Durante o primeiro eclipse, o padrão de variação da polarização não é tão claro, apesar de esperarmos um aumento da polarização devido ao eclipse da fonte não polarizada (estrela companheira), um aumento de polarização não é observado. Isso só seria possível se ao mesmo tempo uma parte do disco fosse também ocultada. A melhor explicação nos diz que a assimetria do disco faz com que este seja mais luminoso na direção da companheira, e portanto tempos uma diminuição da emissão do fluxo polarizado também. A linha de base e o eclipse secundário foram bem reproduzidos por um modelo que combina o código HDUST, responsável pelo tratamento



**Figura 3.** Variação da polarização intrínseca de V658 Car em função da fase orbital. O painel superior mostra o grau de polarização  $P$  e o painel inferior o ângulo de polarização  $\theta$ . Os pontos mostram as observações com as cores indicando cada banda observada. As linhas tracejadas indicam os valores médios em cada banda, enquanto as curvas contínuas mostram o modelo adotado para o disco da estrela Be e sua variação durante os eclipses e atenuações do sistema.

detalhado da emissão e do espalhamento no disco da Be, com um código *ray-tracing* que calcula a atenuação da luz da companheira ao atravessar o disco. Neste modelo, porém, as assimetrias não estão presentes e o modelo prevê apenas a diminuição do fluxo não polarizado, falhando em explicar o comportamento mais complexo observado.

Já o ângulo de polarização mostrou-se praticamente constante com a fase orbital (Figura 3 – painel inferior), e consistente entre as diferentes bandas observadas. Esse comportamento indica que a geometria global do disco é estável e bem definida, e que o plano do disco está alinhado com o plano orbital. Em termos físicos, isso é uma assinatura de que a matéria ejetada pela estrela Be forma um disco coplanar com a órbita da companheira (como previsto em cenários de evolução binária com transferência de massa).

A concordância entre o modelo, e as curvas de luz e a polarização impõe restrições muito rígidas ao modelo do disco. Em particular, o mesmo disco que explica a profundidade e a largura da atenuação fotométrica precisa fornecer a quantidade correta de espalhamento para reproduzir o nível e a modulação da polarização

intrínseca observada. Os resultados obtidos indicam que o disco de V658 Car é denso e opticalmente espesso ao longo da linha de visada, e que se estende até próximo do limite imposto pelo lóbulo de Roche do sistema binário.

Do ponto de vista da evolução estelar, o nosso estudo mostra que V658 Car é apenas o segundo sistema já identificado composto por uma estrela Be tardia e uma sub anã de tipo espectral B, e o primeiro em configuração eclipsante bem determinada. A modelagem conjunta dos dados fotométricos, espectroscópicos e polarimétricos permitiram determinar com precisão as massas e raios das duas estrelas, a inclinação orbital e o tamanho máximo do disco, transformando V658 Car em um sistema de referência para o estudo de discos de estrelas Be em sistemas pós-transferência de massa. ●



**Ariane e Tajan** são alunos de doutorado em Astronomia no IAG/USP, **Alex Carciofi** é professor e Pesquisador no IAG/USP e **Felipe Navarete** é pesquisador do LNA e gerente brasileiro do SOAR



# Fenômeno raro no Universo: astrônomos flagram uma estrela Be orbitando uma binária eclipsante em um sistema triplo

Danilo Rocha, Marcelo Emilio, Jonathan Labadie-Bartz, Coralie Neiner Laerte Andrade, Felipe Navarete, Eduardo Janot-Pacheco<sup>+</sup>

Assim como na famosa série “O Problema dos Três Corpos”, em que sistemas triplos desafiam previsões e seguem dinâmicas complexas, um novo estudo publicado na revista internacional *Astrophysical Journal (ApJ)* confirmou a natureza rara de um sistema estelar. O estudo liderado por Danilo Rocha, recém-doutor pelo Observatório Nacional e bolsista PCI no LNA, analisou em detalhe o sistema V1371 Tau<sup>1</sup>, revelando que ele não é apenas um binário eclipsante comum: trata-se, na verdade, de um sistema triplo, no qual duas estrelas massivas orbitam uma à outra enquanto uma terceira, uma estrela do tipo Be, circula o par interno a uma distância maior. Esse tipo de configuração é raro e torna o sistema um laboratório natural para investigar como estrelas jovens e muito quentes interagem entre si.

Observações do telescópio TESS da NASA mostram que o par interno, composto por estrelas de tipo B, apresenta eclipses com período de aproximadamente 34 dias, fenômeno em que uma estrela passa à frente da outra, diminuindo temporariamente o brilho total observado. Já a componente externa, uma estrela

do tipo Be, chama a atenção por possuir um disco de gás quente que gira rapidamente ao seu redor, emitindo luz característica na linha H-alfa do hidrogênio. Esse disco, característico das estrelas Be, é intrinsecamente instável e pode variar ao longo do tempo, o que permite acompanhar em tempo real a evolução dessas estruturas. Por isso, as estrelas Be funcionam como verdadeiros laboratórios astrofísicos para investigar os mecanismos de ejeção de massa, a dinâmica do disco viscoso e sua interação com a fotosfera e o vento estelar.

Observações espectroscópicas realizadas com o telescópio de 4 metros SOAR (Chile), operado e gerenciado pelo Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA/MCTI), foram fundamentais para desvendar a verdadeira natureza do sistema V1371 Tau. Os dados obtidos com o espetrógrafo HERMES, operado no Telescópio Mercator em La Palma e mantido por uma ampla colaboração Europeia, também desempenharam um papel essencial na investigação detalhada do sistema triplo. A combinação de espectroscopia de alta qualidade e monitoramento contínuo do sistema pelo TESS e KELT

<sup>1</sup> Localizado na supernova remanescente Simeis 147, também conhecida como Nebulosa do Espaguete, na constelação de touro.

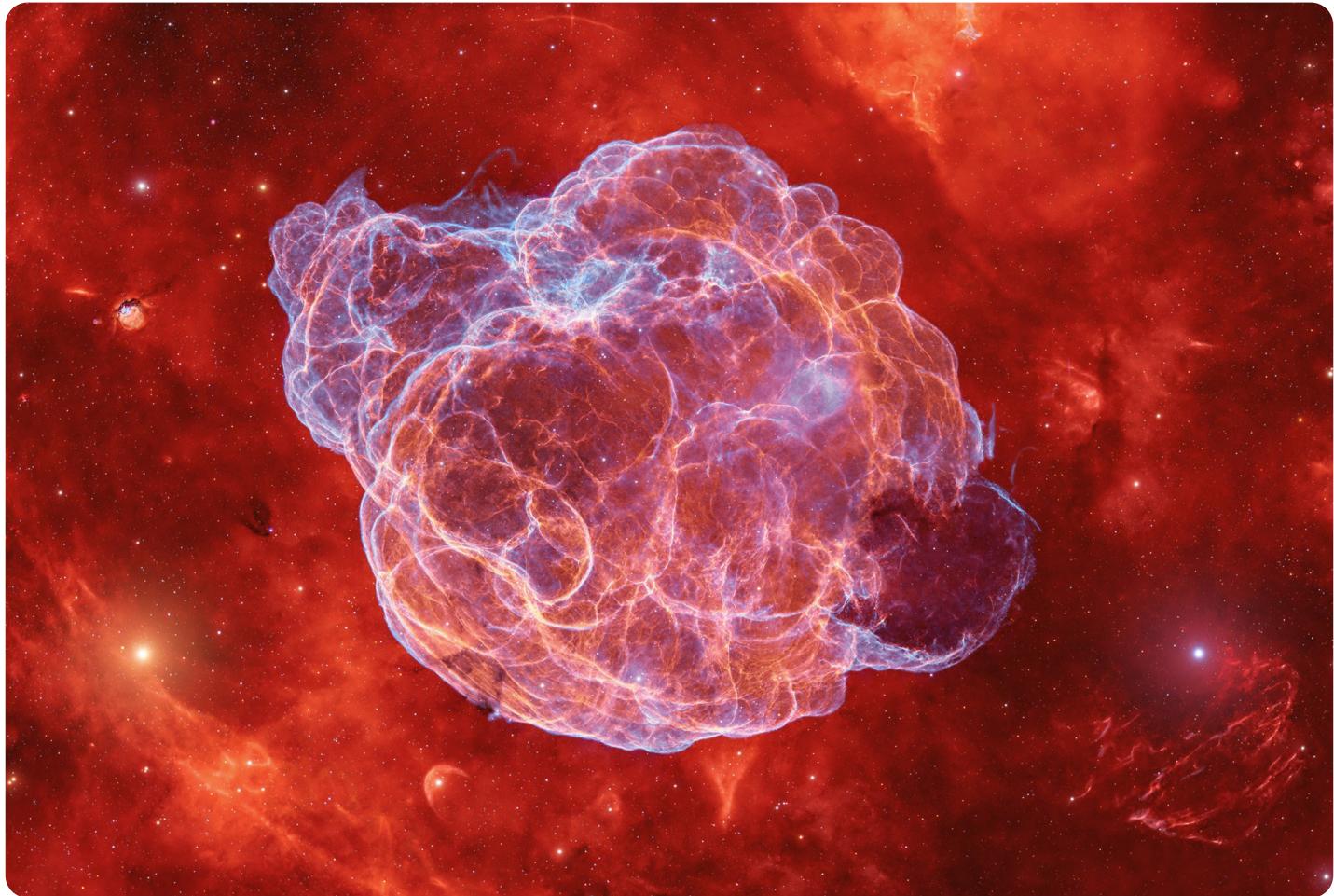
(*Kilodegree Extremely Little Telescope*) permitiu identificar a assinatura da estrela Be, caracterizar seu disco e distinguir suas contribuições das do binário interno, formando um quadro completo que seria impossível alcançar com apenas um único instrumento. “É significativo poder encontrar e estudar sistemas como este. Assim como Poincaré demonstrou a natureza caótica de sistemas de três corpos, as pequenas perturbações observadas aqui indicam que este sistema também tende ao caos, com órbitas que não permanecem estáveis ao longo do tempo.”, ressalta Danilo Rocha. No caso do V1371 Tau, foram essas pequenas variações, reveladas pelos diferentes conjuntos de dados, que permitiram compreender a intrincada dança gravitacional deste raro sistema triplo.

Um dos pontos que mais intrigam os astrônomos é a possibilidade de que a presença da estrela externa esteja alterando lentamente a inclinação da órbita do par binário interno. Dados obtidos em diferentes épocas mostram que os eclipses parecem ter sofrido mudanças sutis na profundidade, o que pode ser explicado por oscilações provocadas pela estrela Be. Se confirmado, esse fenômeno pode representar um caso ainda mais raro e valioso de detecção direta de efeitos dinâmicos de longo prazo em sistemas triplos.

Além disso, os pesquisadores identificaram sinais de pulsação estelar e variações no disco da estrela Be, o que indica que o sistema é ainda mais complexo e ativo do que se imaginava. “Esse tipo de comportamento combinado



**Figura 1.** Representação gráfica do sistema V1371 Tau. Imagem meramente ilustrativa e criada com IA.



**Figura 2.** Simeis 147: Remanescente de Supernova. Marte brilha no canto inferior esquerdo – 569 horas de exposição do céu.  
Creditos: Jeffrey Horne (<https://www.facebook.com/photo/?fbid=686729464055634&set=a.149603584434894>)

(eclipses, pulsações, disco estelar e interações gravitacionais) faz do V1371 Tau um alvo ideal para estudos futuros com telescópios fotométricos, espectroscópicos e até interferométricos”, comenta o pesquisador Marcelo Emilio, co-autor do artigo e orientador de Danilo Rocha em sua pesquisa de doutorado.

Com a massa total do sistema de quase 40 vezes a massa do Sol, a descoberta é importante para a astrofísica de estrelas massivas, pois ajuda a entender como sistemas múltiplos se formam e evoluem. O V1371 Tau, antes visto como um simples binário, revela-se um

sistema triplo raro e dinâmico, capaz de esclarecer questões essenciais sobre estrelas Be e sua evolução. É uma descoberta que abre novas possibilidades de estudo, e impulsiona a Ciência a seguir adiante. ●



**Danilo Rocha** é bolsista PCI do LNA



# Chamada Gemini 2026A – Estatísticas de submissão de propostas de Observação

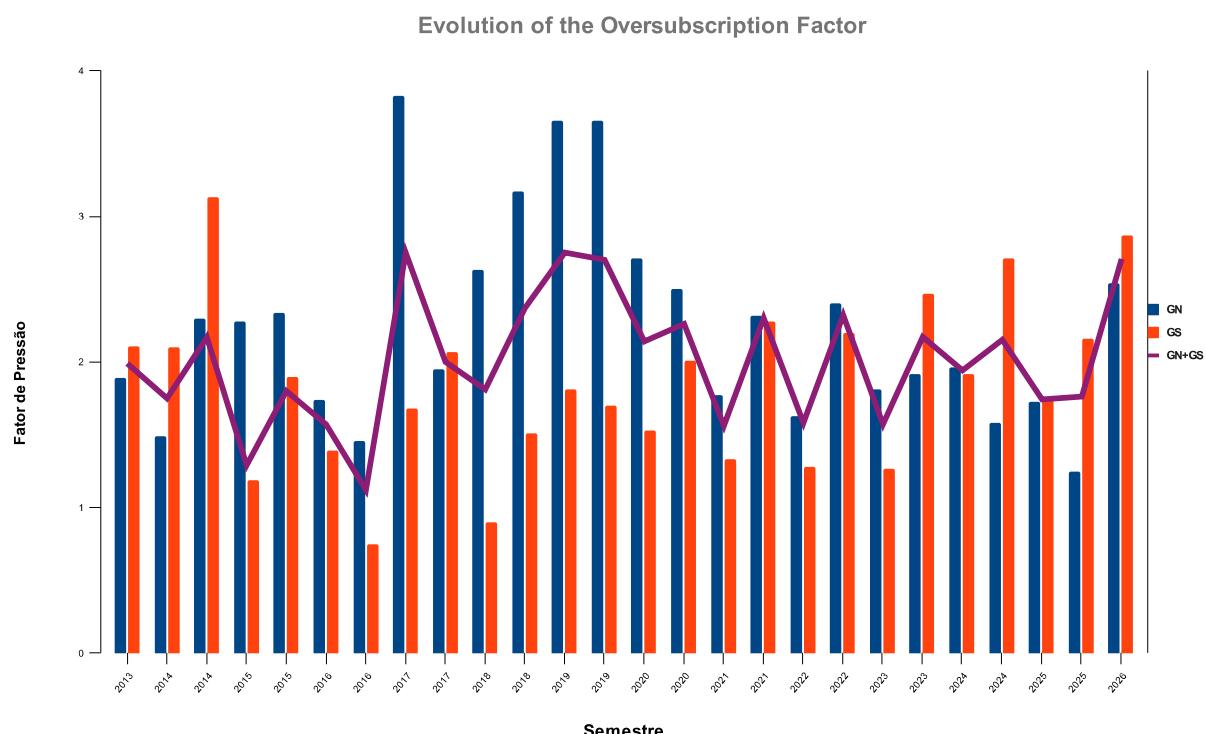
Murilo Marinello<sup>+</sup>

No dia 6 de outubro de 2025 encerrou-se o prazo para o envio de propostas para tempo de observação no Observatório Gemini, semestre 2026A. Foram recebidas ao todo 30 propostas, das quais 11 propostas requisitaram tempo para o Gemini Norte (GN), 14 propostas para o Gemini Sul (GS) e 5 propostas combinando ambos os sítios de observação. Nesta chamada não houve pedidos para a troca de tempo entre os telescópios Gemini e Subaru.

A quantidade de tempo solicitado totalizou 329,5 horas, das quais 150,4 horas foram

requisitadas para o Gemini Norte e 171,1 horas para o Gemini Sul. A Figura 1 apresenta a evolução do FP desde o semestre 2013B.

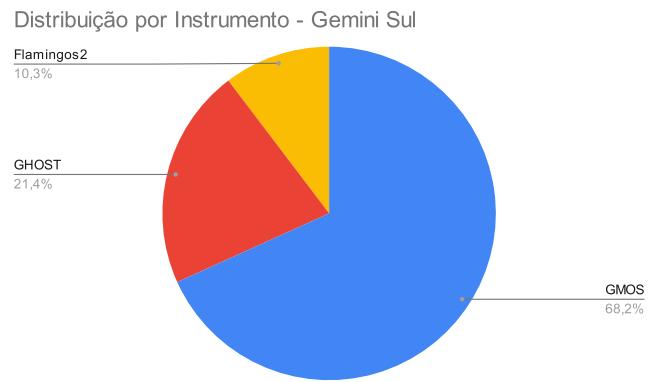
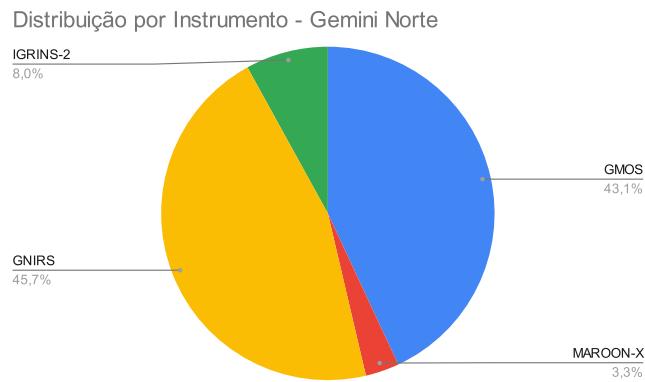
Observamos na Figura 1 um aumento significativo do fator de pressão em ambos os telescópios em relação aos dois semestres anteriores. Considerando o semestre imediatamente anterior, detectamos um aumento de 103% para o Gemini Norte e 33% para o Gemini Sul. Combinando os dois sítios de observação o aumento no fator de pressão foi de 54%.



**Figura 1.** Evolução histórica do fator de pressão para o GN (barra azul), GS (barra vermelha) e combinado (linha magenta).

Na Figura 2, é apresentada a porcentagem de tempo solicitado por instrumento em relação ao total de horas requisitadas para o GN e GS. No GN, o instrumento com mais horas

solicitadas foi o GNIRS somando 45.7%, seguido de perto pelo GMOS com 43.1%. Já no GS, o GMOS foi o instrumento mais requisitado com 68.2%, seguido pelo GHOST com 21.4%.

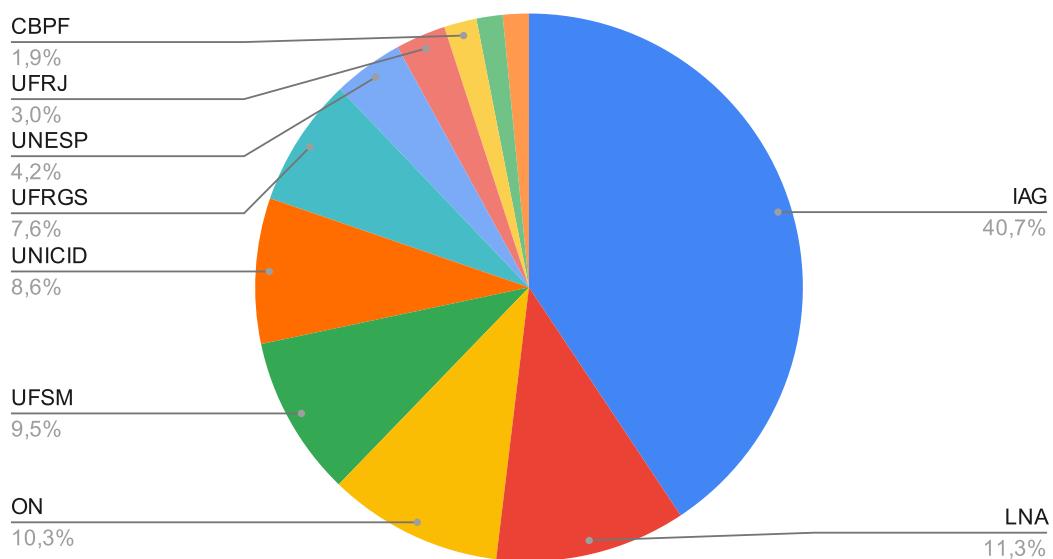


**Figura 2.** Porcentagem do tempo total solicitado por instrumento para o Gemini Norte (acima) e Gemini Sul (abaixo).

A Figura 3 mostra a distribuição de tempo solicitado por instituição do PI. O IAG/USP foi a instituição que solicitou a maior quantidade de tempo de observação, somando 40,7%, seguido por outras três instituições com porcentagem

similar, LNA (11,3%), ON (10,3%) e UFSM (9,5%). No total, pesquisadores de 9 instituições brasileiras diferentes lideraram projetos de pesquisa com o Gemini na chamada de 2026A.

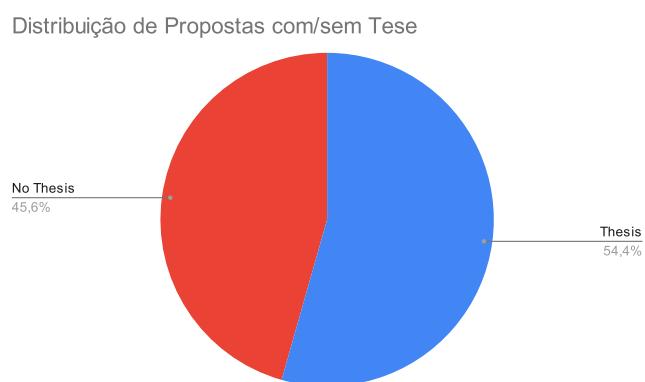
### Porcentagem solicitada por instituição



**Figura 3.** Distribuição do tempo solicitado por instituição brasileira.

A Figura 4 (esquerda) mostra a proporção de propostas por gênero auto-declarado no formulário de solicitação de tempo. As opções disponibilizadas pelo Gemini são “Masculino”, “Feminino” e “Prefiro não declarar”. Ninguém sinalizou essa última opção. No total foram recebidas 21 propostas lideradas por pessoas autodeclaradas como “Masculino” e 9 como “Feminino”. A figura mostra que o tempo

solicitado corresponde a 67,4% e 32,6% para os gêneros autodeclarados como “Masculino” e “Feminino”, respectivamente. Na Figura 4 (direita) é apresentada a distribuição de propostas associadas ou não a teses de mestrado ou doutorado. Observa-se que propostas envolvendo teses requisitaram um pouco mais tempo que as que não envolvem, 54,4% e 45,6%, respectivamente.



**Figura 4.** No painel da esquerda observamos a distribuição das propostas por gênero autodeclarado (masculino e feminino) do pesquisador principal, enquanto o painel da direita ilustra a fração de projetos associados ou não a teses de mestrado/doutorado.

A Comissão de Programas do Gemini se reuniu nos dias 5 e 6 de novembro para realizar a distribuição de tempo brasileiro no semestre 2026A. A reunião internacional do Gemini fez a posição final da fila de observação. O anúncio dos projetos que efetivamente ganharam tempo foi recentemente divulgado. Solicitamos que estejam atentos para não perder os prazos estipulados pelo Gemini para o envio da Fase II. O escritório nacional do Gemini informará

oportunamente àqueles que obtiveram tempo de observação para se prepararem para as próximas fases!



**Murilo Marinello** é pesquisador do LNA e Gerente do escritório nacional do Gemini

# LNA assina acordo internacional para as Fases B2, C, D e E referentes ao desenho final, construção e comissionamento do instrumento MOSAIC do ELT do ESO

O LNA é um dos institutos signatários do acordo internacional para o desenvolvimento do MOSAIC, um espectrógrafo multiobjeto que será instalado no Extremely Large Telescope (ELT) do ESO — o maior telescópio óptico já construído.

O acordo, assinado hoje na sede do ESO em Garching, Alemanha, marca uma etapa decisiva para o início do projeto e construção do instrumento, conduzido por um grande consórcio internacional. O MOSAIC poderá medir simultaneamente a luz de mais de duzentas fontes, permitindo investigar como as primeiras galáxias se formaram e como a matéria se distribuiu no Universo desde o Big Bang até hoje.

A cerimônia de assinatura contou com a presença de representantes do ESO, do Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) —

instituição coordenadora do consórcio —, bem como cientistas e líderes do projeto MOSAIC.

## O papel do LNA no consórcio

O LNA integra o consórcio internacional responsável pelo MOSAIC, representando o Brasil ao lado de instituições parceiras como o IAG/USP, a Universidade Cidade de São Paulo (UNICID) e outras. Como laboratório nacional dedicado ao desenvolvimento à pesquisa astronômica, o LNA contribui com:

- expertise em instrumentação óptica e infra-vermelha para telescópios de grande porte.
- participação técnica em atividades de engenharia e especificação.



Cerimônia de assinatura do acordo na sede na ESO na Alemanha.

Crédito: ESO



Renderização artística da estrutura do ICOS

→ apoio à integração da comunidade astronômica brasileira ao projeto.

A participação do LNA reforça a presença brasileira em uma das iniciativas científicas mais ambiciosas da atualidade, ampliando oportunidades de pesquisa e inovação em astrofísica.

O Brasil é responsável pelo desenho e construção do Instrument Core System (ICOS), que é o núcleo estrutural do espectrógrafo onde

serão montados todos os subsistemas que levam a luz até os espectrógrafos montados na plataforma do ELT. A figura acima mostra uma renderização artística da estrutura do ICOS sendo integrado no LNA. A equipe principal do LNA envolvida no projeto conta com Décio Ferreira como gerente do projeto, Bruno Castilho na engenharia de sistemas e Leandro dos Santos na engenharia mecânica; outros participantes do LNA vão integrar a equipe durante as próximas fases.

# LNA participa de consórcio internacional no Experimento DUNE

Em 03 outubro de 2025, o Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA) teve confirmada sua adesão como instituição participante do consórcio internacional do Experimento DUNE (*Deep Underground Neutrino Experiment*).

A colaboração DUNE foi iniciada oficialmente em 22 de janeiro de 2015, sendo um dos maiores esforços científicos globais na área de física de partículas e astropartículas de altas energias. A colaboração abrange mais de 35 países e mais de 200 instituições (universidades e centros de pesquisa), contando com mais de 1.400 colaboradores entre cientistas, engenheiros e estudantes. (Saiba mais em <https://lbnf-dune.fnal.gov/>).

## A Física do Experimento DUNE

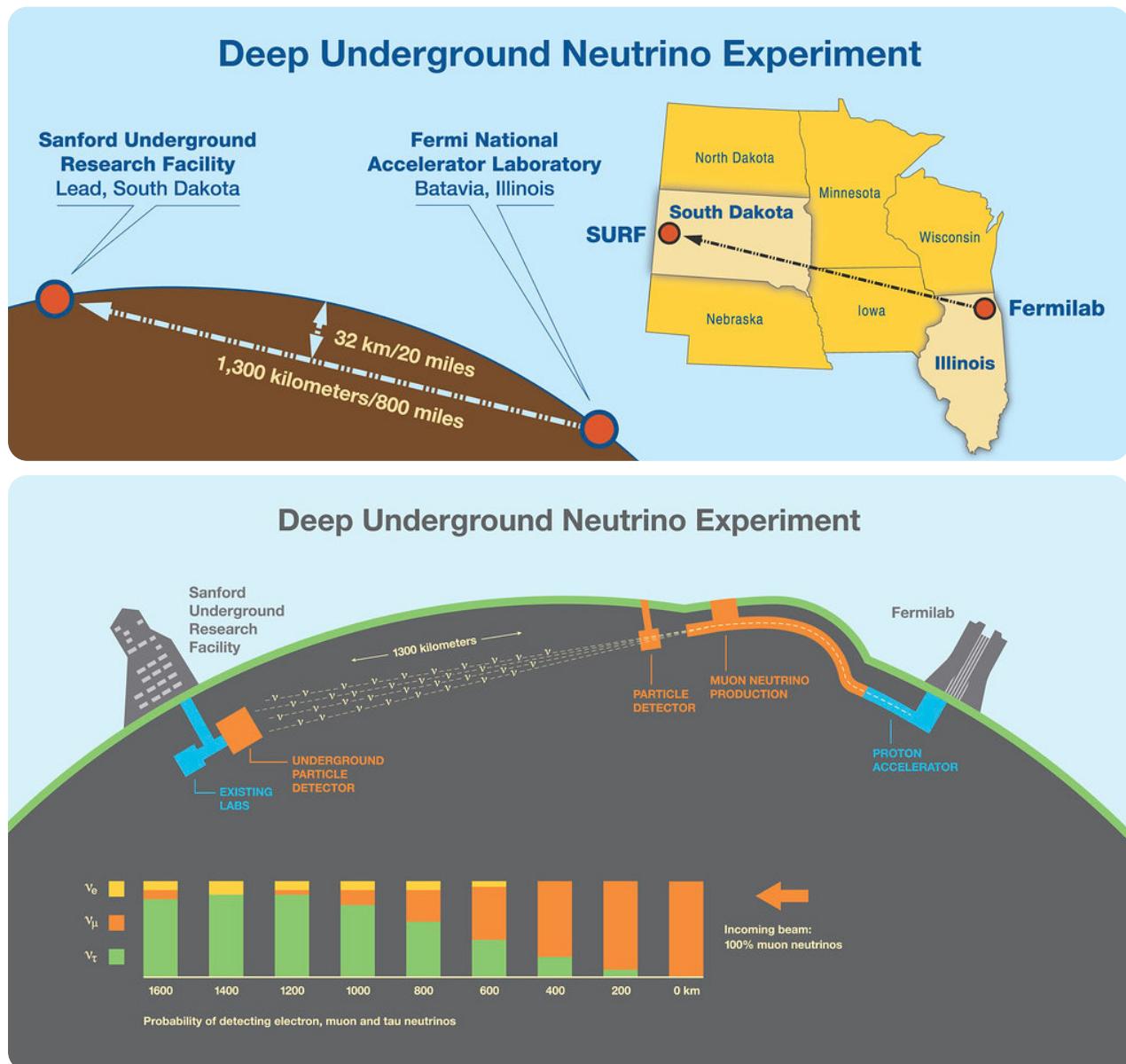
O DUNE é o maior experimento de neutrinos da atualidade que utiliza a tecnologia de Câmara de Projeção Temporal em Argônio Líquido (LArTPC) e tem previsão de entrada em operação em 2033. O experimento poderá contribuir na complementação do Modelo Padrão da física de partículas, considerado o "Santo Graal" da física contemporânea com impactos em outros campos tais como compreensão de fenômenos de formação do Universo, física estrelar, de buracos negros, supernovas e astrofísica de altas energias, multimensageiros para a elucidação das seguintes questões:

**1. Quebra da Simetria Matéria-Antimatéria (Violação CP – Carga-Paridade):** Esta é a condição necessária para explicar a predominância da matéria sobre a antimatéria no Universo. Existem 3 tipos de neutrinos e 3 de antineutrinos (elétron, múon e tau) e estes oscilam entre estes três "sabores".

No experimento DUNE feixes de neutrinos são produzidos no FERMILAB (Batavia/Illinois) e enviados até o conjunto de detectores subterrâneos no SURF (Lead/Dakota do Sul) a aproximadamente 1.300 km de distância e 1500 metros de profundidade. Caso os neutrinos e antineutrinos oscilem em taxas distintas, isso indicaria que a natureza trata a matéria e a antimatéria de maneira assimétrica. A medição precisa dessa assimetria fornecerá a primeira evidência experimental sobre a origem da assimetria bariônica no Universo, ou seja, o motivo pelo qual a matéria prevaleceu sobre a antimatéria após o Big Bang.

**2. Hierarquia de Massa dos Neutrinos (Mass Hierarchy):** Embora saiba-se que os neutrinos possuem massa não nula, a ordem e a organização das suas três diferentes massas (estados de massa) permanecem desconhecidas.

No DUNE a combinação da longa distância (*baseline*) do feixe de neutrinos e a alta precisão dos seus detectores do tipo LArTPC (Liquid Argon Time Projection Chamber) permitirão



O Experimento de Neutrinos Subterrâneo Profundo (DUNE) medirá as oscilações de neutrinos estudando um neutrino que será enviado do Fermilab para os detectores do DUNE em Sanford. O experimento utilizará um feixe de neutrinos muônicos criado no Fermilab e o enviará por 1300 quilômetros em linha reta através da Terra até a Dakota do Sul. Quando os neutrinos chegam a Dakota do Sul, apenas uma pequena fração deles será detectada como neutrinos muônicos. Crédito: FERMILAB

a medição da influência do efeito da matéria (interações dos neutrinos com os elétrons na crosta terrestre) sobre a oscilação. Este efeito manifesta-se de forma distinta para as possíveis hierarquias de massa. Ao mensurar o efeito da matéria, seria possível determinar a ordem das massas dos neutrinos, um passo fundamental para a conclusão do Modelo Padrão da física de partículas.

**3. Busca pela Nova Física:** O DUNE é um detector de múltiplos propósitos – devido ao seu grande volume de Argônio Líquido e à sua localização profunda e de baixo ruído – tornando-o ideal para buscar fenômenos que transcendem o Modelo Padrão.

→ **Decaimento do Próton:** Muitas Teorias de Grande Unificação (GUTs), que buscam



unificar as forças eletromagnética, nuclear fraca e nuclear forte, preveem que o próton não é uma partícula fundamentalmente estável e deve decair com uma meia-vida extremamente longa. Um conjunto de detectores volumosos e profundos como o do DUNE terá uma sensibilidade sem precedentes para observar esse decaimento. A observação do decaimento do próton seria uma das descobertas mais importantes, podendo validar as GUTs e confirmar a unificação das forças.

→ **Neutrinos de Supernova:** O DUNE funcionará como um telescópio de neutrinos de supernovas. Capaz de captar o colapso de núcleos estelares (*core-collapse*), ele poderá indicar a direção e a origem do fluxo de neutrinos. Por serem astropartículas relativísticas, os neutrinos podem chegar aos detectores do DUNE antes mesmo da chegada da luz emitida pelas supernovas, antecipando o fenômeno para os astrônomos. Ademais, a detecção detalhada de neutrinos de uma supernova permitirá aos cientistas estudar a física de buracos negros em formação, bem como o mecanismo de explosão das supernovas.

## Uma Visão Estrutural do Experimento

O Experimento DUNE é uma grande colaboração mundial envolvendo mais de 1400 pesquisadores e 200 instituições de pesquisa espalhadas pelo mundo e é sediado no Fermi National Accelerator Laboratory-FERMILAB(Batavia-IL,EUA), onde está instalado o segundo maior conjunto acelerador de partículas do mundo.

Neste acelerador (Main injector e PIP-II), núcleos de hidrogênio (prótons) são acelerados

próximos a velocidade da luz contra um alvo de compostos metálicos.

Ao se chocarem contra o alvo os prótons são quebrados em partículas menores (Píons e Káons) decaindo posteriormente em neutrinos. Estes neutrinos são medidos por um detector próximo ao alvo o ND (Near Detector) que é onde é realizada uma primeira amostragem estatística de produção de neutrinos

## Contribuição Brasileira

O Brasil é reconhecido como um parceiro fundamental e de liderança na DUNE, sendo um dos signatários do Memorando de Entendimento (MOU) que formaliza o compromisso internacional com o projeto. Atualmente, o Brasil possui 10 universidades e 2 instituições de pesquisa Federais envolvidas, figurando como o segundo país com o maior número de instituições e pessoal na colaboração que incluem: UNICAMP, CBPF, UFABC, UNIFAL, UTFPR, UDESC, UNIFESP, ITA, UFRJ, UFF, UFG, e LNA. Estas instituições atuam em diversas frentes, como instrumentação científica, desenvolvimento de fotodetectores, criogenia e purificação de argônio, análise de dados e simulações de física teórica, infraestrutura computacional, na formação de recursos humanos de alto nível. O envolvimento no projeto também impulsiona o desenvolvimento de uma indústria de ponta no país.

A atuação brasileira se desenvolve em frentes estratégicas com investimentos da FAPESP, FINEP e UNICAMP da ordem de 40 Milhões e dólares e fornecimento de diversos componentes fabricados no país:

→ **Sistema de Detecção de Fótons (Tecnologia X-Arapuca):** Desenvolvido no Laboratório de



Reunião da revisão da participação brasileira, em 22 e 23 setembro na Unicamp. Neste evento, nos apresentamos para a co-porta-voz do DUNE (Dra. Sowjanya Gollapinni) e executivos do FERMILAB (o diretor do projeto LBNF/DUNE, Jim Kerby é da diretora de compromissos internacionais Hema Ramamoorthi) e demais membros brasileiros da colaboração brasileira.

Léptons do IFGW/UNICAMP, trata-se de uma tecnologia inovadora de detecção de luz que capta os flashes emitidos pelo argônio líquido após a interação com os neutrinos.

#### → **Sistema para Purificação de Argônio Líquido:**

Pesquisadores brasileiros (liderados pelo IFGW/Unicamp) desenvolveram um método para purificar o argônio líquido em escala industrial, garantindo a altíssima pureza necessária nas LArTPC. Esta característica é essencial para aumentar a sensibilidade e viabilizar a operação dos detectores nas dimensões projetadas.

#### → **Centro de Física e HPC (High Performance Computing):**

Com o objetivo de reunir pesquisadores da colaboração, em especial aglutinar esforços na América Latina. Será destinado a treinamento em análise de dados e softwares voltados para física sobre argônio líquido e líquidos criogênicos, além de atividades de extensão e divulgação científica. Contará também com um cluster com

computadores HPC para a redistribuição dos dados de DUNE para todos os colaboradores em fase de instalação na UNICAMP.

## A Contribuição do LNA

A participação do LNA teve início com a caracterização óptica junto aos colaboradores brasileiros em 2023. Em setembro de 2025, o LNA submeteu o interesse de adesão à colaboração com apresentação de credenciais e carta de interesse, obtendo 98% de votos favoráveis durante a reunião do DUNE-IB (Institutional Board) em 03 de outubro de 2025.

Os estudos conduzidos no LNA abrangem o desenvolvimento e caracterização de componentes e materiais fotônicos, instrumentação científica, desenvolvimento de foto detectores, criogenia, suporte aos sistemas de deposição e testes funcionais de detectores com tecnologia X-Arapuca.

# LNA na XLVIII Reunião Anual da SAB

Denimara Dias<sup>+</sup>

A XLVIII Reunião Anual da Sociedade Astronômica Brasileira (RASAB) aconteceu entre os dias 28 de setembro a 02 de outubro de 2025 no Hotel Glória, em Caxambu-MG. O Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA) marcou presença na SAB de diversas formas, com apresentações realizadas pelos pesquisadores, posters, e em especial pela presença marcante do seu estande. O estande atendeu o público durante todo o evento. Nele, o LNA mostrou maquetes da nova sede e da expansão do Observatório Pico dos Dias, vídeos institucionais, folhetos e promoveu sorteios de brindes para os usuários dos nossos telescópios.

A coleta de dados sobre nossos usuários através de um formulário, com o objetivo de entender melhor suas necessidades e o fator de pressão dos telescópios. A coleta de dados foi extremamente produtiva: recebemos 271 respostas do total de cerca de 400 pessoas que atenderam na RASAB. Dentre esse público, recebemos pessoas desde a graduação, pós-graduandos, pós-docs e pesquisadores de diversas áreas da astrofísica. A equipe se revezou no atendimento do estande durante todos os dias do evento e a participação foi um sucesso. Vale mencionar que o LNA também foi essencial dando suporte a organização, secretaria e patrocínio.



Diretor do LNA, Wagner Corradi, faz a palestra de abertura da XLVIII Reunião Anual da SAB



Estante do LNA na SAB e equipe

**Denimara Dias** é bolsista PCI do LNA

# LNA marca presença na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia 2025

Bárbara L. Miranda Marques, Denimara Dias<sup>+</sup>

A Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) 2025, realizada em todo Brasil, onde o LNA participou em outubro em Brasília, mais uma vez consolidou seu papel como o maior evento de popularização científica do país. Com programação distribuída por diversos espaços da capital do país e milhares de visitantes circulando diariamente, a SNCT reuniu estudantes, professores, famílias, pesquisadores e instituições científicas de todo o Brasil em torno do tema central deste ano: *Planeta Água – Cultura oceânica para enfrentar as mudanças climáticas no meu território*.



Credito Luara Baggi Ascom MCTI

Representando o LNA, a equipe de Divulgação e Ensino Não Formal (DENF), formada por Ronaldo Vasconcelos e José Magno, contou com o apoio de Isabel Aleman, Diego Lorenzo de Oliveira, Denimara Dias e Bárbara Marques, que participaram ativamente durante seis dias

de intensa programação, em todos os períodos. O grupo integrou o estande coordenado pelo MCTI e levou ao público experimentos e demonstrações que aproximaram a astronomia do cotidiano de forma acessível, lúdica e interativa.

O estande do LNA apresentou atividades sobre espectroscopia, detecção de exoplanetas e propriedades de lentes e espelhos, três temas centrais para a pesquisa desenvolvida pela instituição. Por meio de experimentos simples, visitantes puderam compreender como a luz revela a composição de estrelas, como variações no brilho de um astro permitem identificar a presença de planetas orbitando outras estrelas e como lentes e espelhos conduzem a luz até nós, que são princípios fundamentais para o funcionamento de telescópios e instrumentos astronômicos.

As atividades atraíram público de todas as idades, desde crianças curiosas até estudantes do ensino médio e universitários interessados em seguir carreira científica. Professores também aproveitaram o espaço para conhecer materiais e metodologias que poderão ser aplicados em sala de aula. Para a equipe da DENF, a participação reforçou a importância de levar a astronomia para além dos muros da instituição, fortalecendo o compromisso do LNA com a disseminação da ciência e a formação de novos públicos.

Além das atividades práticas, a presença do

LNA na SNCT contribuiu para ampliar a visibilidade das pesquisas realizadas e para destacar o papel estratégico do Brasil na astronomia internacional. Em um evento que reúne instituições de referência nacional, o LNA reafirma seu compromisso com a democratização do conhecimento científico e com a inspiração de novas gerações de cientistas.

Com mais uma participação bem-sucedida, o laboratório segue fortalecendo sua missão

institucional de promover a ciência, conectar pessoas ao conhecimento astronômico e estimular o interesse da sociedade pela pesquisa e pela tecnologia.



**Bárbara L. Miranda Marques e Denimara Dias**  
são bolsistas PCI do LNA

Público visitando o estande  
do LNA na Semana Nacional de  
Ciência e Tecnologia 2025



Parte da equipe do LNA com a delegação  
do Ministério da Ciência, Tecnologia e  
Inovação na Semana Nacional de Ciência  
e Tecnologia 2025

# LNA participa do II Workshop da Pós-Graduação em Física da UNIFEI

O LNA esteve presente no II Workshop da Pós-Graduação em Física da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), realizado nos dias 18 e 19 de novembro de 2025, no Instituto de Física e Química (IFQ), campus Itajubá. O evento reuniu docentes, discentes e pesquisadores convidados para discutir avanços científicos e reforçar ações estratégicas voltadas ao fortalecimento do Programa de Pós-Graduação em Física (PGF).

Nesta segunda edição, o Workshop manteve o propósito de ampliar a divulgação das pesquisas desenvolvidas pelo PGF e de estimular a integração entre grupos de pesquisa, destacando quatro grandes áreas: Astronomia e Astrofísica, Física Experimental e Aplicada, Gravitação e Cosmologia e Teoria Quântica de Campos.



Fabio Herpich

Representando o LNA, os pesquisadores Fabio Herpich, Isabel Aleman e Murilo Marinello participaram como palestrantes convidados, contribuindo diretamente para o debate científico nas linhas de pesquisa ligadas à astronomia e à astrofísica contemporânea. Suas apresentações reforçaram o compromisso institucional com a formação de recursos humanos, a colaboração com universidades e a promoção do conhecimento científico.

A participação do LNA no Workshop evidencia a relevância crescente das parcerias entre instituições científicas e programas de pós-graduação, fortalecendo a integração regional e ampliando a inserção do LNA no desenvolvimento da pesquisa acadêmica no país.



Murilo Marinello



## LNA participa do NASA International Space Apps Challenge em Itajubá

O LNA marcou presença na edição 2025 do NASA International Space Apps Challenge, realizada em 4 e 5 de outubro. A edição de Itajubá foi organizada pelo Centro de Empreendedorismo Unifei (CEU). O evento é considerado o maior hackathon de ciência e tecnologia do mundo e reúne participantes de diversas áreas para desenvolver soluções inovadoras a partir de dados abertos da NASA.

Representando o LNA, a pesquisadora Isabel Aleman atuou na avaliação dos projetos, contribuindo com sua expertise científica para analisar impacto, criatividade, validade, relevância e qualidade das apresentações das equipes, conforme os critérios internacionais do desafio.

O tecnologista Orlindo Wagner participou como mentor, oferecendo suporte técnico e orientação às equipes durante o desenvolvimento das propostas. Sua atuação aproximou

os participantes do universo da pesquisa astronômica e das aplicações reais dos dados utilizados.

A presença do LNA reforça o compromisso da instituição com a difusão científica, a inovação e o estímulo à formação de novas gerações de profissionais nas áreas de ciência, tecnologia e engenharia — pilares essenciais para o avanço da astronomia no país.



# Diretor do LNA recebe a Medalha Teodomiro Santiago

O diretor do Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA), Wagner Corradi, foi agraciado com a Medalha do Mérito Theodomiro Santiago, em cerimônia realizada no dia 15 de novembro, às 9h, no AARO – Complexo Histórico e Cultural da UNIFEI, em Itajubá.

A homenagem é concedida pela AD-UNIFEI Nacional, associação que representa docentes e técnicos administrativos da Universidade Federal de Itajubá, e pela Fundação Theodomiro

Santiago, instituição dedicada à preservação da memória e ao fortalecimento das ações culturais, educacionais e científicas vinculadas à história da UNIFEI.

A Medalha Teodomiro Santiago reconhece personalidades que contribuem de forma significativa para o desenvolvimento acadêmico, científico e institucional da Universidade e de sua comunidade.



A Medalha Theodomiro Santiago



O presidente da Fundação Theodomiro Santiago, Bernardo Vasconcelos de Carvalho, entregando a Medalha para o diretor do LNA, Wagner Corradi.