

Consórcio e instituições parceiras



UNIVERSITÄT
HEIDELBERG
ZUKUNFT
SEIT 1386



STScI | SPACE TELESCOPE
SCIENCE INSTITUTE



EDUCACIÓN
PÚBLICA
Y GRATUITA



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

CONICET



I C A I T E



Universidad
Nacional
de Córdoba



Observatorio
Astronómico
de Córdoba



UNIFESP
UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SÃO PAULO



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO



Superando desafios na evolução e na natureza das estrelas massivas (OCEANS)

1 de janeiro de 2025 – 31 de dezembro de 2028



Resumo

OCEANS (Overcoming Challenges in the Evolution And Nature of Massive Stars ou Superando desafios na evolução e na natureza das estrelas massivas, em português) é um projeto que obteve uma das melhores classificações na avaliação para financiamento da União Europeia. Este projeto investiga uma variedade de características físicas que contribuem para a compreensão da vida e morte de estrelas massivas, que nasceram como estrelas isoladas ou com uma ou mais companheiras.

Para isso, pesquisadores do Observatório Nacional/MCTI participam de uma rede internacional, reunindo pesquisadores da Europa e das Américas do Norte e do Sul, em diferentes fases da carreira científica e com experiência em diversas áreas. Esta colaboração estreita permite uma transferência eficiente de conhecimento e cria sinergias entre pesquisadores teóricos e observadores.

Dados do projeto

- Acrônimo: OCEANS
- Título: Overcoming Challenges in the Evolution and Nature of Massive Stars (Superando desafios na evolução e na natureza das estrelas massivas)
- Número de instituições: 16
- Número de países: 9
- Programa: Marie Skłodowska-Curie Staff Exchanges
- Duração: 4 anos
- Número do projeto: 101183150
- Coordenadora: Dra. Michaela Kraus, Instituto Astronômico, Academia de Ciências da República Tcheca, Ondřejov, República Tcheca

Para mais informações, visite a página do projeto:

<https://stel.asu.cas.cz/OCEANS/>

Contato

Dr. Marcelo Borges Fernandes
Observatório Nacional/MCTI
Rua José Cristino, 77
São Cristóvão, Rio de Janeiro
CEP: 20921-400
Brasil



Aviso legal

Projeto financiado pela União Europeia. As opiniões e os pontos de vista expressos aqui são, entretanto, exclusivamente dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia de Pesquisa (REA). Nem a União Europeia nem a REA podem ser responsabilizadas por tais opiniões e pontos de vista.

Motivação

Estrelas massivas nascem com massas superiores a oito vezes a massa do Sol e, apesar de sua curta vida, são fundamentais para a evolução dinâmica e química do cosmos, pois enriquecem o meio interestelar com material processado por meio de ventos estelares intensos e eventos eruptivos. No entanto, sua evolução, do nascimento à morte em explosões de supernova, ainda envolve muitos mistérios devido a lacunas no conhecimento sobre os processos físicos em seus interiores e atmosferas, bem como sobre a influência de companheiras próximas. Com o projeto OCEANS, buscamos elucidar as propriedades físicas e a evolução de estrelas massivas afetadas pela presença de companheiras, assim como sua contribuição para a geração de ondas gravitacionais.

Estrelas massivas e suas companheiras

A maioria das estrelas massivas nasce em sistemas múltiplos, e sua evolução pode ser significativamente influenciada pela interação com estrelas companheiras próximas. O estudo de sistemas binários massivos nos ajuda a entender como essas estrelas interagem, trocam material e, ao final de

sua vida, explodem como supernovas ou se fundem, gerando ondas gravitacionais que nos permitem "ouvir" o fim da vida das estrelas. Binárias massivas também nos oferecem a oportunidade única de extrair parâmetros fundamentais das estrelas, fornecendo dados sobre a massa em sistemas binários massivos em importantes para os modelos de evolução estelar. Para descobrir novas estrelas companheiras, coletamos observações de estrelas massivas usando técnicas de interferometria óptica de base longa e interferometria speckle, que nos permitem resolver angulamente estrelas companheiras. As companheiras são classificadas a partir de observações espectroscópicas obtidas, por exemplo, em diferentes telescópios aos quais o Brasil tem acesso. Além disso, medidas de velocidade radial revelam elementos orbitais e razões de massa dos sistemas, que podem ser verificados por meio de modelos de dinâmica e de evolução estelar.



Figure 1: Ilustração da transferência de massa em um sistema binário massivo em interação, fornecendo dados parâmetros fundamentais das estrelas, fornecendo dados sobre a massa em sistemas binários massivos em importantes para os modelos de evolução estelar.

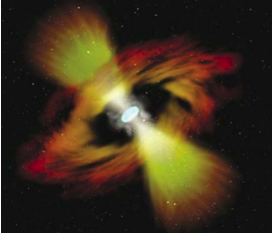


Figure 2: Representação artística de uma estrela Be em rotação, com um disco circunstelar e um vento polar. Crédito: A. Meilland.

Processos de perda de massa e a formação de discos, jatos e ejeções circunstelares.

Estrelas massivas são co-nhecidas por seus ventos e ejeções de massa poderosos, que causam grande perda de massa e levam à formação de nebulosas, envoltórias, discos e anéis; no entanto, a física da perda de massa ainda permanece enigmática, pois as descrições quantitativas existentes frequentemente não reproduzem os dados observacionais, como no caso dos discos ao redor de estrelas Be, cuja formação e dissipação são amplamente debatidas.

Através da observação de ventos e erupções, investigamos como instabilidades no interior das estrelas podem desencadear ejeções de massa, levando à formação de estruturas circunstelares características, bem como ventos em colisão em sistemas binários massivos e sua interação com o meio interestelar.

Variabilidade estelar

Pulsações estelares, ventos e estrelas companheiras podem causar variações no brilho das estrelas, tornando a interpretação das curvas de luz de sistemas binários massivos particularmente desafiadora quando pulsação, interação e ejeções de massa ocorrem simultaneamente.

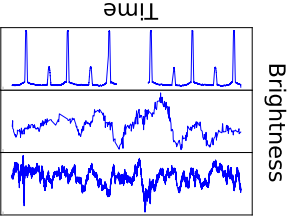


Figure 3: Curvas de luz de estrelas massivas afetadas por pulsações (acima), erupções (meio) e estrelas companheiras (abaixo).

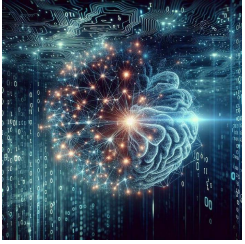
Grandes volumes de dados & astroestatística

Vivemos em uma era em que levantamentos de todo o céu fornecem enormes volumes de observações, e precisamos criar a estrutura e as ferramentas para gerenciar, analisar e extrair informações valiosas desses dados. Para essa tarefa, o aprendizado de máquina é fundamental e indispensável.

Aproveitamos a avalanche de dados observacionais públicos e desenvolvemos algoritmos avançados para a detecção e a classificação de estrelas massivas e sistemas binários, para a construção de amostras estatísticas de objetos em diferentes

fases evolutivas e para lidar com tarefas desafiadoras no processamento de dados astronômicos, como a detecção de períodos em curvas de luz complexas. Nosso algoritmo será particularmente adequado para lidar com o grande fluxo de dados proveniente da próxima geração de levantamentos, como o Large Synoptic Survey Telescope (LSST).

Figure 4: Representação artística de redes neurais (imagem gerada por IA).



Capacitação e divulgação de resultados

A filosofia do projeto OCEANS é centrada na criação e no intercâmbio de conhecimento especializado, oferecendo à pesquisadores em início de carreira e a estudantes, a oportunidade de desenvolver habilidades para suas futuras carreiras, tanto na academia quanto na iniciativa privada. Para isso:

- Organizamos escolas para ensinar e capacitar estudantes no uso de ferramentas de pesquisa de ponta e em computação de alto desempenho, com a orientação de pesquisadores do OCEANS.
- Oferecemos mentoria durante visitas de intercâmbio aos diferentes institutos participantes.

Para a comunicação e a divulgação de nossa pesquisa em andamento e dos resultados obtidos:

- Organizamos workshops e conferências científicas.
 - Publicamos nossos resultados em periódicos de acesso aberto e os divulgamos por meio de comunicados à imprensa.
 - Desenvolvemos apresentações para planetários.
- Além disso, nos aproximamos do público em geral por meio de eventos organizados pelos institutos participantes e pela participação em atividades organizadas por associações científicas.