

# DIA E NOITE COM AS ESTRELAS

*Boletim Mensal*



Localizado no centro interamericano de astronomia Cerro Tololo, Chile, a 2178 metros acima do nível do mar o T80S é o telescópio robótico utilizado pelo projeto S-PLUS para mapear o céu. Ele está representado pela maior cúpula à esquerda. Crédito: NSF's NOIRLab

## Editorial

por Carlos Volgarin (IME-USP)

Olá, sejam bem vindos a mais uma edição do Boletim Dia e Noite com as Estrelas!

Nesta edição trazemos uma entrevista com a professora Cláudia Mendes (IAG/USP), pesquisadora líder do S-PLUS, que conta sobre o projeto responsável pela produção de dados sobre o céu do hemisfério sul e discute a produção científica realizada com seus dados e seu futuro.

Em curiosidades, você poderá entender de que maneira a massa de diferentes estrelas influencia o seu destino. Leia também o Especial que aborda como o filósofo Kant e o matemático Laplace teorizaram sobre a galáxia de Andromeda e como nossa galáxia vizinha desempenhou um papel fundamental em um dos conceitos mais importantes da astronomia.

Nas notícias, trazemos as últimas atualizações da missão Gaia e o recente eclipse anular diretamente do Ceará.

Desejamos uma ótima leitura!

ACESSE NOSSO  
ACERVO PELO  
CÓDIGO QR AO  
LADO



ESPECIAL

# KANT E LAPLACE: O GRANDE DEBATE DE IDEIAS EM TORNO DE ANDRÔMEDA

por Ramachrisna Teixeira (IAG-USP)

A nebulosa de Andrômeda como era conhecida, mais visível no hemisfério norte da Terra, foi um mistério durante muito tempo. À vista desarmada ou com telescópios da época, não passava de uma nevoazinha brilhante (luz difusa) no céu que intrigava os cientistas: o que seria?



Foto da galáxia Andrômeda tirada da Terra com uma lente de 105mm de abertura. Crédito: Davide Simonetti/Flickr

Em 1755 Kant forjou a hipótese de que aquela nevoazinha seria um outro universo, *universo ilha* (outra galáxia). Por sua vez, mais ou menos 50 anos depois, Laplace propôs que a nebulosa de Andrômeda seria um sistema planetário em formação, mais ou menos como imaginava ter sido o Sistema Solar em seu início. Em relação ao Sistema Solar, ambos tiveram ideias parecidas.

As duas ideias sobre Andrômeda enfrentavam problemas para emplacar: para ser um outro universo a nebulosa parecia pequena demais. Já para um sistema planetário em formação parecia grande demais. Afim de decidir por uma ou outra hipótese, era necessário conhecer a distância que nos separa de Andrômeda, somente assim saberíamos seu tamanho real. A distância dos astros é decisiva e por essa razão é a grandeza mais importante da Astronomia.

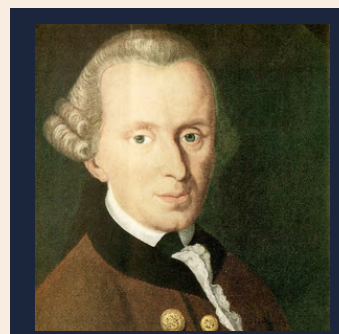
Ao longo dos anos, várias tentativas de medidas dessa distância levavam-nos à visão de que Kant tinha razão, mas a proposta de Laplace resistia.

Em 1920 tivemos mesmo um evento em Washington - EUA conhecido como "O Grande Debate" que como já vimos (DNCE03-04/05) não foi um "tête à tête" como se pode imaginar. De qualquer forma, foi também inconclusivo.

Essa dúvida que atormentou os astrônomos durante tanto tempo, só foi dirimida com a construção de um



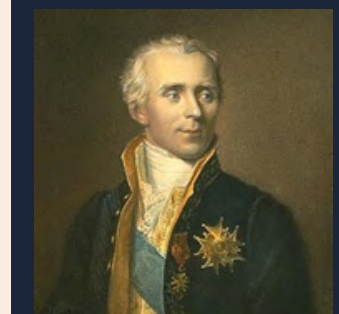
Imagem da galáxia Andrômeda feita a partir do telescópio do observatório Mount Wilson por Edwin Hubble com anotações que demarcam a localização de estrelas variáveis. Crédito: Hubble, ApJ, 69, 103 (1929)



Immanuel Kant

1724 - 1804

Um dos maiores filósofos da humanidade. Mesmo sem jamais sair de sua cidade natal, Königsberg, ainda em vida ficou famoso no mundo todo. Crédito: Becker/Domínio público



Pierre Simon Laplace

1747 - 1827

Um dos maiores cientistas de todos os tempos. Muito jovem ainda, produziu muitos trabalhos originais em astronomia sobretudo sobre os movimentos planetários. Foi um dos primeiros a falar em colapso gravitacional e a postular a existência de buracos negros. Crédito: James Posselwhite/Domínio público

grande telescópio instalado por Hubble (1889-1953) no Monte Wilson próximo a Los Angeles - EUA.

Munido desse equipamento, Hubble pode ver estrelas na nebulosa de Andrômeda e medir suas distâncias, concluindo tratar-se de uma outra galáxia. Logo, nos conscientizamos de que o Universo, além da nossa galáxia (Galáxia ou Via Láctea), tem outras, muitas outras, milhões, bilhões de outras.

Hoje, sabemos que a galáxia de Andrômeda se encontra a aproximadamente 2,5 milhões de anos-luz de nós. Trata-se de uma galáxia muito semelhante à nossa tanto em forma, tamanho, etc., e tem um movimento de aproximação em relação à Via Láctea.

NOTÍCIAS

# MISSÃO ESPACIAL GAIA: PRODUTOS EXTRAORDINÁRIOS

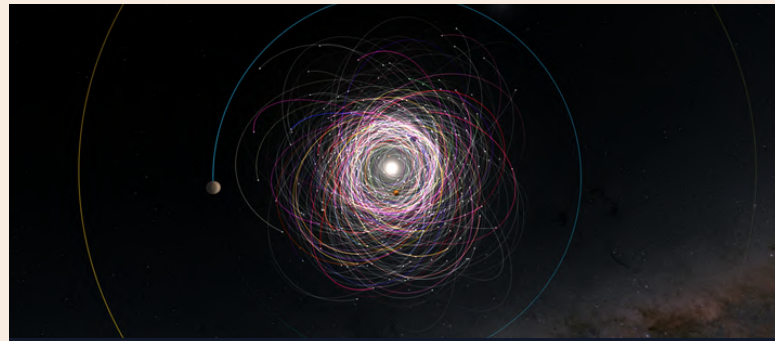
por Ramachrisna Teixeira (IAG-USP)

Como sabemos, a Astronomia é uma ciência que tem como base as observações dos astros. São elas que fornecem os dados necessários para elaborarmos e confirmarmos ou não hipóteses e teorias. Todos que trabalham com dados sabem que quanto mais precisos e mais abundantes forem, melhor será. É justamente nesses termos que a Missão Espacial Gaia da Agência Espacial Europeia vem revolucionando a Astronomia a cada liberação de dados, para o mundo todo ao mesmo tempo, aproximadamente a cada 2 anos. Além disso, praticamente todos os tipos de astros existentes são observados pelo satélite Gaia.

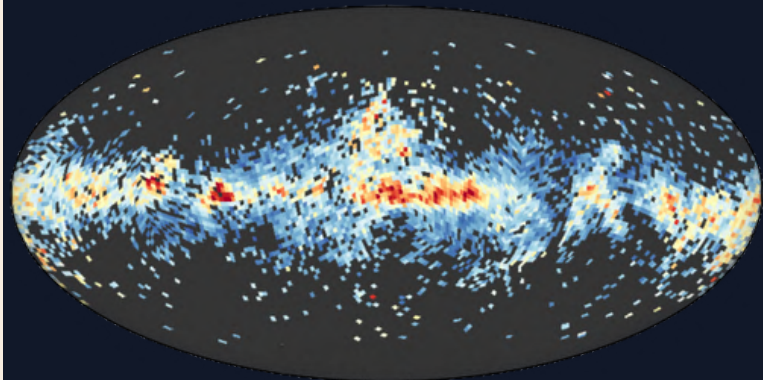
Em 10/10/2023 houve mais uma liberação de dados. Neste caso, produtos extraordinários, pois, de certa forma, não resultam das observações e tratamentos regulares dessa missão.



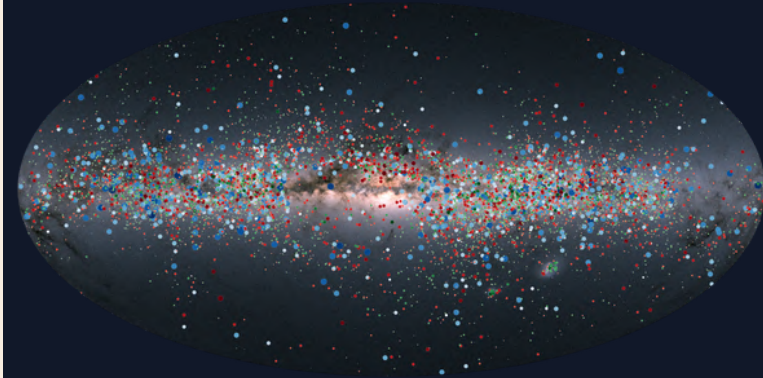
a) A estratégia de observação do satélite, scanner contínuo do céu, impõe algumas dificuldades na observação de campos densamente povoados de estrelas. Sendo assim, um dos vários grupos do “Data Processing and Analysis Consortium” lançou mão das imagens registradas no “Sky Mapper” (imagens de calibração), as tratou de forma muito especial e acrescentou meio milhão de novos objetos Gaia no aglomerado globular Ômega Centauri. Esse é o maior aglomerado de estrelas que se conhece. Estima-se que pode ter até 10 milhões de estrelas. Com esse trabalho extraordinário, temos hoje 10 vezes mais estrelas no centro do aglomerado e até 15 vezes mais fracas. Imagens do artigo: ESA/Gaia/DPAC - [CC BY-SA 3.0 IGO](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/)



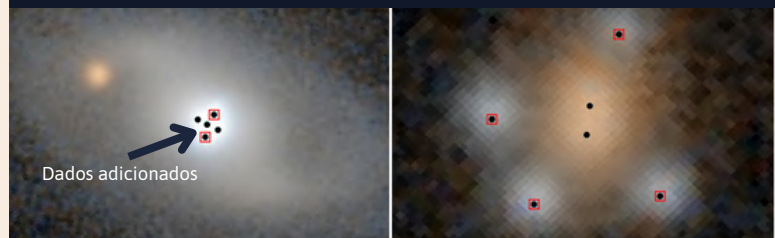
b) Órbitas de aproximadamente 160 mil asteroides e baseadas em 66 meses de observações, intervalo que cobre uma órbita completa para a maioria deles.



c) Bandas interstelares difusas – mapeamento tridimensional de regiões de absorção do meio interestelar que nos revelam a sua composição química, em particular neste caso de macromoléculas ainda a serem melhor identificadas.



d) Variações periódicas de velocidades radiais (movimento na direção da linha de visada) associadas a oscilações de brilho de estrelas, ajudando-nos a distinguir a causa dessas oscilações.



e) Estudo do entorno de aproximadamente 4 milhões de quasares e candidatos a quasares e conseqüente elaboração de uma lista com centenas de possíveis lentes gravitacionais, ao mesmo tempo completando o conjunto de componentes de lentes conhecidas, mas filtradas no catálogo Gaia DR3, como mostrado na figura.

## ENTREVISTA

# O UNIVERSO MAPEADO NO CÉU DO SUL: S-PLUS GERA DADOS COM PRECISÃO INÉDITA

por Carlos Volgarin (IME-USP) e Roberta Vassallo (IF-USP)

Com o objetivo de produzir um mapa muito preciso do céu do Hemisfério Sul, o levantamento S-PLUS traz dados que contribuirão com o avanço de diversas pesquisas sobre o universo. Com observações realizadas a partir do telescópio robótico T80S localizado no Chile, o projeto liderado pelo Brasil é uma colaboração entre instituições da América Latina, incluindo a USP, o Observatório Nacional, a Universidade Federal de Sergipe, a Universidade Federal de Santa Catarina e a Universidade de La Serena, do Chile. Ao DNCE, a pesquisadora que lidera o projeto e professora do IAG/USP, Cláudia Mendes de Oliveira, fala sobre esse levantamento e como ele vem sendo utilizado para novas descobertas e produção de conhecimento na Astronomia. Leia um trecho da entrevista.

## O que significa mapear o céu?

Significa fazer imagens. É como se fossem fotos de longa duração. Temos 12 filtros e para cada um temos um tempo de exposição. Apontamos para uma região do céu, realizamos 36 exposições, três para cada filtro, e passamos para o pedaço seguinte. Assim vamos mapeando, ou seja, fazendo uma imagem grande do céu, que no final será contínua.

## Por que é necessário fazer um mapeamento do céu?

Para estudar o céu, precisamos medir os fluxos luminosos das estrelas. Os fluxos em diferentes bandas do espectro luminoso, medidos através do uso dos 12 diferentes filtros, revelam dados como a idade e a composição química, ou “distribuição de metais\*” de um objeto. O mapeamento é feito para a medição de grandezas que serão transformadas em estudos científicos no futuro.

Com telescópios tradicionais, que não realizam mapeamentos, geralmente se faz uma solicitação de tempo de uso e aponta-se individualmente para cada objeto de estudo. Aqui observamos uma grande área do céu e compartilhamos os dados com a comunidade. As imagens contêm muitos objetos, entre centenas e centenas de milhares deles. Como a área observada é muito grande, podem ser feitos estudos em áreas desde o Sistema Solar, como asteroides, até galáxias e quasares, por exemplo, que contribuem com pesquisas em cosmologia.

## Como os dados do S-PLUS podem ser utilizados em pesquisas?

A partir das medidas dos fluxos de luz dos objetos nas diferentes bandas espectrais é possível determinar, por exemplo, a quantidade de metais em estrelas, idades de galáxias e distâncias de quasares. Um outro uso muito importante do levantamento é encontrar objetos raros e novos objetos. Temos visto que o banco de dados do S-PLUS é interessante também para a área da computação, não só para astrônomos. Utiliza-se técnicas de *machine learning* e *deep learning* para minerar os dados e encontrar, por exemplo, os objetos raros ou fazer classificações dos astros.

**Cláudia  
Mendes  
de Oliveira**

Pesquisadora  
líder do S-PLUS  
e professora  
do IAG/USP.

Crédito:  
Reprodução/  
Fapesp



## O S-PLUS pode fornecer dados sobre as primeiras estrelas formadas no universo. A partir deles, o que pode ser estudado?

O levantamento é uma oportunidade de estudar as primeiras estrelas, que nos darão informações sobre quando o universo era muito jovem. Observamos milhões de objetos e o grupo de filtros que utilizamos é excelente para encontrar exemplos de estrelas de baixa metalicidade. A primeira geração de estrelas tinha pouquíssima quantidade de elementos mais pesados que o Hélio, acompanhando a constituição do universo quando era muito jovem. São a evolução e explosão das estrelas no final de suas vidas que fornecem ao meio interestelar uma quantidade grande de outros tipos de metais, até mesmo o ferro.

Essas primeiras estrelas do universo são raríssimas de se observar. Nós conhecemos no máximo cerca de 30 delas. O S-PLUS está revolucionando a área trazendo uma quantidade enorme de estrelas de baixa metalicidade para a literatura, o que proporcionará o seu estudo de maneira estatística pela primeira vez. Ele não faz isso sozinho, no entanto. Ele mostra as estrelas candidatas, que são posteriormente confirmadas com telescópios maiores. Anteriormente isso era muito mais

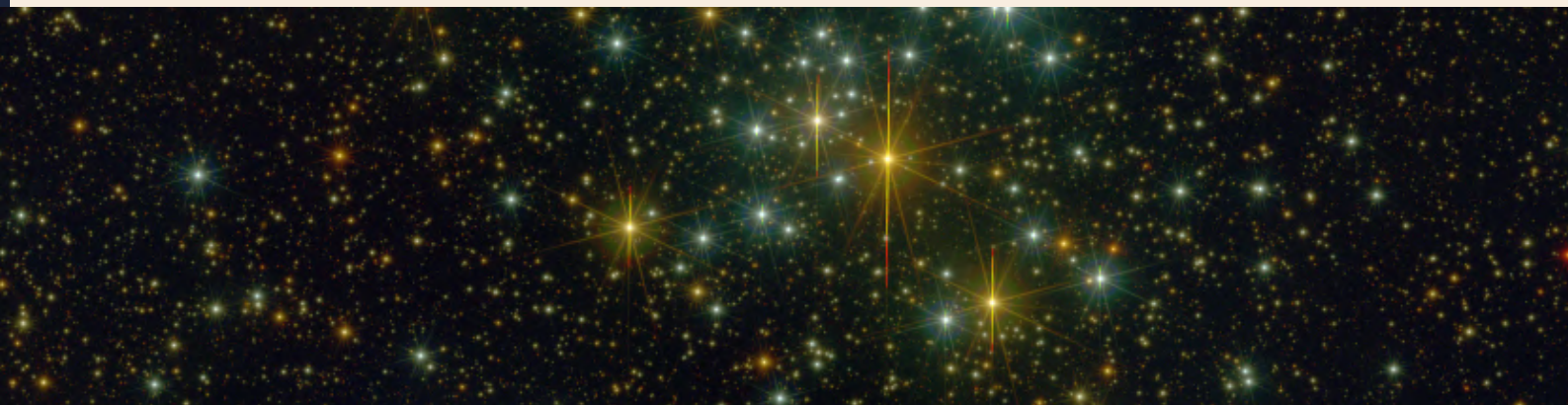


Imagem do aglomerado aberto M41 feita a partir de dados do S-Plus. Um aglomerado aberto é composto por estrelas formadas pela mesma nuvem de gás. Imagem: S-PLUS Survey

difícil de se fazer, pois era necessário observar muito mais estrelas para se chegar a um resultado. Não é possível levar uma lista de um milhão de estrelas para confirmação, mas quando se leva uma lista de 500 e se confirma que seja 50%, já aumenta muito a quantidade identificada.

**Qual será a contribuição do S-PLUS para o desenvolvimento da Astronomia?**

Além da contribuição em diferentes áreas do conhecimento com seus dados, como nos trabalhos mencionados, o S-PLUS gera um ambiente de discussão de ciência. Na reunião de agosto de 2023, por exemplo, que foi uma oportunidade de se ter três dias de discussão, houve participação de jovens desde o 1º ano da graduação até convidados nacionais e internacionais experientes. Em particular, o projeto atrai uma importante fração de colaboradores da Argentina e do Chile. As reuniões presenciais apresentam uma oportunidade de colaboração entre os três países muito valiosa. Sendo um mapeamento liderado por brasileiros, podemos colocar as nossas regras, que são inclusivas e muito abertas para colaborações com diferentes áreas e países. Qualquer brasileiro pode participar do S-PLUS como membro e qualquer estrangeiro

pode se juntar ao grupo como colaborador externo.

**Quais são os próximos passos do levantamento?**

O projeto está cerca de 60% concluído e temos mais cerca de 2,5 anos para terminar. Agora, a discussão é o que será feito depois. Poderíamos por exemplo realizar um novo mapeamento, completando a área observada do céu do Sul, ou utilizar no lugar da câmera do telescópio um polarímetro – que mede a luz polarizada de objetos. Podemos também realizar o acompanhamento de fontes interessantes – há vários telescópios que encontram essas fontes e precisam de outro para seguir o objeto e descobrir sua natureza. E internamente precisamos divulgar mais para o exterior. Por enquanto, o S-PLUS é mais usado na América do Sul. Indicamos recentemente um porta-voz para levar isso para o mundo. O passo principal agora é abrir mais ao exterior e fazer um esforço para levar essa informação para que as pessoas usem os dados.

\*Em Astronomia todos os elementos mais pesados (complexos) que o Hélio são chamados de *metais* e suas abundâncias, de *metalicidade*.

**NOTÍCIAS  
ECLIPSE DO ANO  
NO CEARÁ**

por Pedro Cunha (IAG-USP)

No último dia 14, as Américas foram agraciadas com um eclipse solar anular. Diversos colegas — fotógrafos, astrônomos amadores e profissionais — se prepararam para acompanhar o fenômeno no nordeste brasileiro, espalhados entre os estados do Maranhão, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte. Junto a 3 amigos de graduação, viajei para o sul cearense, Juazeiro do Norte, para acompanhar este evento único. Utilizamos óculos de proteção e máscaras de solda nº 14 para observar o eclipse com segurança. Cinco minutos antes do começo da anularidade, a sombra da Lua fez com que o calor de 38°C do sertão se amenizasse e a iluminação do ambiente caísse para algo que se assemelhava à de um crepúsculo, pouco após o pôr do sol. A anularidade durou apenas 3 minutos e 53 segundos, mas foi o suficiente para gerar memórias inesquecíveis para todos que tiveram a oportunidade de assistir ao fenômeno.

- 1 Fotografia do eclipse solar anular. O artefato mais embaixo na imagem é causado pelas reflexões internas da luz do Sol nos elementos ópticos da lente da câmera. Perceba que essa também é uma forma de fotografar o eclipse de forma indireta!
- 2 Pedro Cunha, Otavio Moreira, Maria Fernanda e Nazareno Filho: quatro amigos da graduação em Astronomia que viajaram para assistir ao eclipse.



## CURIOSIDADES

# O DESTINO DE UMA ESTRELA DE ACORDO COM SUA MASSA

por Roberta Vassallo (IF-USP)

Estrelas podem ser descritas como esferas gasosas gigantescas e muito massivas que emitem luz por conta da energia liberada por processos de fusão nuclear em seu interior. A sua massa, que pode variar entre cerca de 0,08 até centenas de vezes a do Sol, é um dos principais parâmetros que determinam sua evolução e seu destino final.

O período em que ocorrem processos de fusão nuclear no interior de uma estrela é considerado como a fase ativa, ou de "vida" do astro. No momento em que a fusão nuclear no seu interior cessa, inicia a sua "morte", que pode ocorrer de várias formas dependendo de sua massa.

No momento de formação de uma estrela, o gás que a compõe é comprimido devido à gravidade até atingir pressão e temperatura suficientes para que iniciem processos de fusão nuclear principalmente de hidrogênio em seu interior. Esses processos liberam energia e realizam uma pressão de dentro para fora, em sentido oposto ao daquela exercida pela gravidade, impedindo-a de colapsar. Durante esse período, a estrela se mantém em equilíbrio e passa a maior parte de sua vida dessa forma.

Quando a quantidade de hidrogênio torna-se relativamente baixa, o processo de fusão diminui e o equilíbrio entre a gravidade e a pressão do gás se desfaz.

## Anã branca

Em estrelas como o Sol ou tendo de 0,08 a 8 vezes sua massa, enquanto em seu núcleo se inicia uma nova etapa de fusão nuclear, agora fusão do Hélio, suas camadas mais externas se expandem. A estrela, então, passa a ter um tamanho maior, tornando-se uma gigante vermelha. No final, a estrela perderá suas camadas mais externas e o que restará será um núcleo bastante compacto e denso (anã branca).

Já nas estrelas com mais de 8 massas solares, as reações de fusão nuclear na fase de gigante vermelha vão além do hélio, formando novos elementos até o ferro. Quando o núcleo da estrela torna-se majoritariamente formado por ferro, a fusão nuclear praticamente inexistente e ele se comprime violentamente, o que gera uma implosão seguida de uma explosão que expelle boa parte do conteúdo da estrela, chamada Supernova.



A nebulosa planetária NGC2440 com uma das anãs brancas mais quentes conhecidas (ponto no centro da imagem). Crédito: NASA/R. Ciardullo (PSU)/H. Bond (STScI)



Imagem da estrela de nêutrons conhecida como Vela Pulsar feita com dados dos telescópios Hubble, Chandra e da missão IXPE da Nasa. Crédito: Nasa

## Estrela de nêutrons

Se o núcleo restante da estrela após a explosão tem até 2,5 massas solares, a compressão do material é tão grande que faz com que prótons e elétrons se combinem e formem nêutrons, fazendo com que a estrela torna-se uma esfera de nêutrons, chamada estrela de nêutrons.



O material remanescente de uma Supernova, W49B, cuja estrela originária pode ter se tornado o buraco negro mais jovem da Via Láctea. Crédito: X-ray: NASA/CXC/MIT/L.Lopez et al; Infrared: Palomar; Radio: NSF/NRAO/VLA

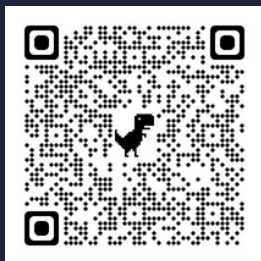
## Buraco negro

Quando o núcleo após a Supernova tem mais de 2,5 massas solares, a intensa gravidade gerada pelo material restante comprimido em uma esfera de raio muito pequeno fará com que os nêutrons colapsem e seja formado um buraco negro (leia mais sobre buracos negros em [DNCE\\_02\\_05](#)).

# ASTRONOMIA EM QUADRINHOS



**INSTITUTO DE ASTRONOMIA,  
GEOFÍSICA E CIÊNCIAS  
ATMOSFÉRICAS**



**ACESSE NOSSO  
ACERVO PELO  
CÓDIGO QR AO  
LADO**

Tem dúvidas sobre Astronomia,  
sugestões de temas, críticas ou  
elogios?

Entre em contato conosco por  
[contatodncestrelas@gmail.com](mailto:contatodncestrelas@gmail.com)

Seu comentário pode aparecer na próxima edição :)

**A PRODUÇÃO E PUBLICAÇÃO DESTA BOLETIM É INDEPENDENTE.**

*A reprodução total ou parcial deste material é livre desde que acompanhada dos devidos créditos*