



Coordenação de Armindo Rodrigues

## Autor:

João Miguel Ferreira  
Cláudio Gomes  
Nuno Sá

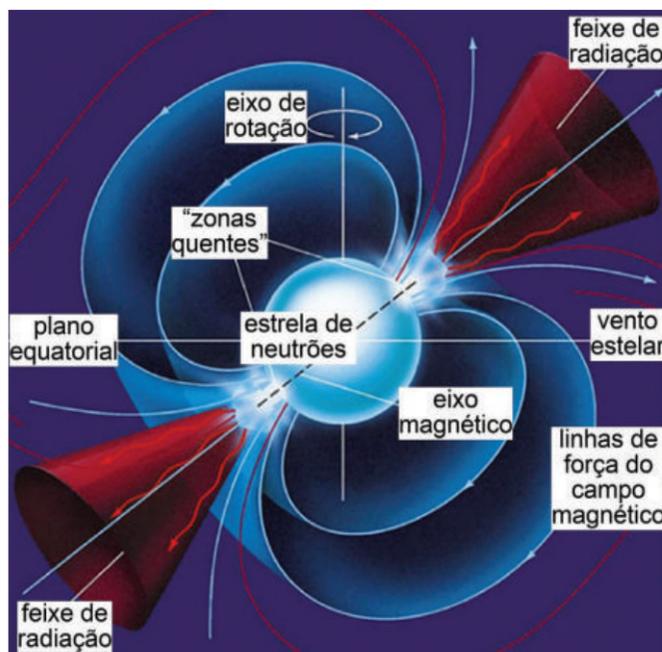
## Magnetars

*Magnetars* são os objetos com o campo magnético mais intenso conhecido no Universo. São estrelas de neutrões com um campo magnético cerca de 1000 vezes superior ao de estrelas de neutrões comuns como os pulsares. Note-se que o campo magnético terrestre é de cerca de 1 Gauss e que, em laboratório, os mais intensos alguma vez criados são de 10 milhões de Gauss, que mesmo assim ainda são cerca de 100 milhões de vezes menos intensos que os das *magnetars*. Foram descobertas há apenas algumas décadas por ocasionalmente originarem explosões de raios X e raios gama. Uma estrela de neutrões é algo extremamente exótico e resulta do colapso do interior de uma estrela de grande massa durante a fase final da sua vida. Possui uma massa pouco maior que a do Sol, mas concentrada numa esfera de apenas 10km de raio. É tão densa que a sua constituição interna não é de matéria normal, mas onde abundam os neutrões, que exercem a pressão suficiente que equilibra o seu campo gravítico extremamente intenso. Para levantar um pequeno grão de areia de 0.1mm de diâmetro de matéria desta

estrela, seriam necessárias mais de 10 mil pessoas! Durante o colapso a estrela de neutrões em formação não só vai aumentando de densidade, mas também de velocidade de rotação, tal como o patinador de gelo que ao girar sobre si próprio, ao juntar os braços também acelera. Neste processo o campo magnético pré-existente e de baixa intensidade ao ser comprimido também aumenta muito de intensidade. Se este mecanismo é suficiente para criar um campo tão intenso como os que existem nas *magnetars* é incerto, podendo haver também um mecanismo de dínamo durante o curto período de formação da estrela de neutrões, em que parte da energia cinética associada a movimentos turbulentos é convertida em energia magnética. O porquê de haver uma grande variedade de tipos de estrela de neutrões é ainda desconhecido.

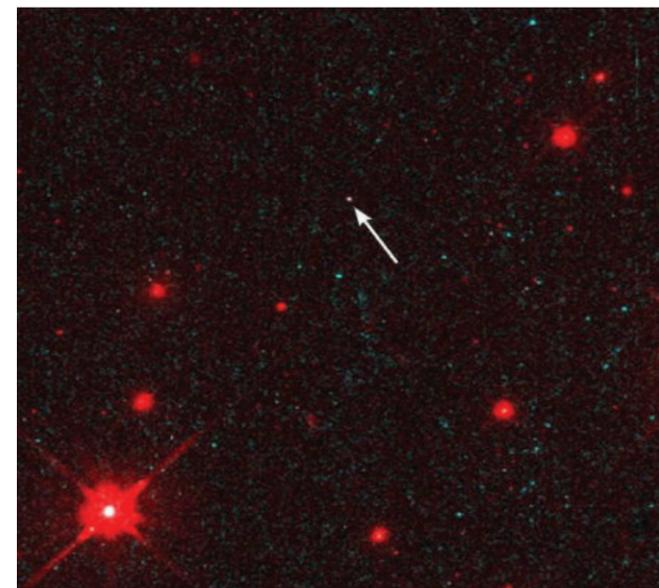
As *magnetars* são muito ativas, com explosões frequentes e de diferentes magnitudes. A mãe de todas as explosões, conhecida por erupção gigante, é, durante uma curta fração de tempo, mil vezes mais luminosa que todas as estrelas da nossa galáxia juntas. A fonte de energia desta atividade é certamente magnética, mas de que forma tal acontece é ainda desconhecido. Uma destas raras explosões, apesar de ter ocorrido num local distante da Via Láctea, afetou a ionosfera terrestre durante vários minutos.

Estas estrelas apresentam também fenómenos como *glitches* e sismos. *Glitches* são anomalias em que repentinamente a estrela roda mais rapidamente. Este fenómeno está possivelmente ligado às propriedades internas destas estrelas, em particular à sua superfluidez e supercondutividade. Em alternativa, pode resultar de sismos causados pela fratura da sua fina crosta. A recente descoberta de oscilações na emissão de raios X durante as erupções gigantes que ocorrem nas *magnetars* poderá permitir usar técnicas de sismologia para melhor conhecer o interior destas estrelas.



Esquema duma estrela de neutrões (© 2005 Pearson Prentice Hall, Inc)

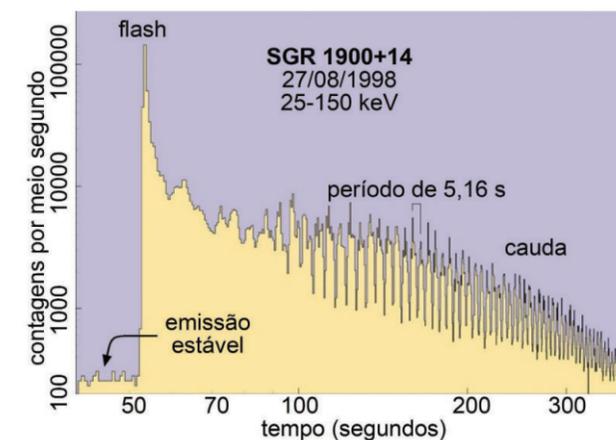
Coordenação de Armindo Rodrigues



Estrela de neutrões observada em raios X (NASA, 1997).

A combinação de campos magnéticos, gravidade e densidade extremamente elevados, faz destes objetos laboratórios únicos para testar teorias físicas. Precisamente por isso, as *magnetars* são candidatas a fontes dos ainda misteriosos *Fast Radio Bursts* (Rajadas Rápidas de Rádio, FRBs), e cujos mecanismos de produção da radiação eletromagnética detetada também precisam de ser explicados. De facto, os FRBs apresentam uma duração de apenas alguns milissegundos, e exibem comportamentos singulares (*on-off*), repetitivos não periódicos e repetitivos periódicos. Estas diferentes características podem advir de estrelas de neutrões ou de outros objetos compactos, ou de mecanismos de produção da radiação distintos, algo semelhante ao que aconteceu com a descoberta dos *Gamma Ray Bursts* (Rajadas nos Raios Gama). Em 2020,

foi encontrado um FRB na nossa galáxia com uma assinatura simultânea e na mesma localização nos raios-X. Esta última fora produzida pela *magnetar* SGR J1935+2154. Assim, pelo menos nalguns casos, as *magnetars* podem ser responsáveis pelos FRBs. Mas o mistério não fica por aqui resolvido: eis que surge um FRB (FRB 20200120E) com luminosidade semelhante às demais, mas com uma duração dum pulso dum pulsar, e num enxame globular de estrelas onde não deveriam existir *magnetars*. E se fosse realmente uma *magnetar*, esta não se poderia ter formado pelos mecanismos conhecidos! A descoberta das *magnetars* e as perguntas que levantam lembram-nos o muito que ainda temos a descobrir e entender sobre o Universo.

Erupção gigante numa *magnetar*, detetada nos raios  $\gamma$ .

## Pulsares

Os pulsares são estrelas de neutrões que rodam muito rapidamente em torno de um eixo, emitindo jatos de radiação eletromagnética. Os seus elevados campos magnéticos permitem a conversão da sua energia cinética de rotação em energia eletromagnética,

sendo esses jatos observados na Terra como pulsos, devido à rotação da estrela (efeito farol), e tendo sido descobertos em 1967 por Jocelyn Bell Burnell (na imagem) e Antony Hewish (o qual recebeu o Prémio Nobel da Física em 1974 com Sir Martin Ryle).