



## SOL

MASSA  $1,99 \times 10^{30}$  kg

RAIO 696.000 km

TEMPERATURA NA SUPERFÍCIE 5.504 °C

BRILHO REAL  $3,839 \times 10^{26}$  watts

IDADE 4,57 bilhões de anos

# UM SEGUNDO SOL

Astro da constelação do Dragão é cópia quase perfeita do objeto celeste que ilumina a Terra

TEXTO Marcos Pivetta

ILUSTRAÇÃO Drüm

A estrela mais parecida com o Sol acaba de passar por uma bateria de exames refinados. O espectrômetro de alta resolução do Observatório Keck, no Havaí, decompôs a luz do astro em suas cores constituintes e essas formas de emissão eletromagnética foram, uma a uma, comparadas com as do Sol. Os resultados confirmaram as suspeitas do primeiro diagnóstico da estrela, realizado há cinco anos pelo astrofísico peruano Jorge Meléndez, então na Universidade Nacional da Austrália e hoje no Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade São Paulo (IAG-USP). A HIP 56948 é realmente a melhor gêmea solar que se conhece. A massa, a temperatura superficial, o raio, o brilho, a composição química, enfim, os principais parâmetros da estrela são praticamente idênticos aos do Sol. “As diferenças nas medidas entre as duas estrelas estão dentro de margens de erro bastante aceitáveis”, diz Meléndez, que estuda o astro com apoio de um projeto financiado pela FAPESP. “Perto da HIP 56948, as outras gêmeas são apenas primas distantes do Sol.”

A gêmea solar está localizada no hemisfério celestial norte, na constelação do Dragão, a meio

## HIP 56948

**MASSA**  $2,03 \times 10^{30}$  kg

**RAIO** 687.000 km

**TEMPERATURA NA SUPERFÍCIE** 5.521 °C

**BRILHO REAL**  $3,785 \times 10^{26}$  watts

**IDADE** 3,52 bilhões de anos

A proporção de elementos voláteis (carbono, oxigênio, zinco e enxofre) é apenas 2% maior do que a do Sol. Somadas, as quantidades de ferro, silício, cálcio, titânio, alumínio e níquel são 4% superiores às de nossa estrela.

caminho entre as estrelas Alpha Ursa Majoris e a Polar, esta última famosa por ser usada desde a Antiguidade como guia para os navegantes. A HIP 56948, às vezes chamada de HD 101364, se encontra a 200 anos-luz, algo como 12,6 milhões de vezes mais distante da Terra do que o Sol. Antes do primeiro estudo comparativo entre a HIP 56948 e o Sol realizado em 2007, a melhor candidata a clone de nossa estrela-mãe era a 18 Scorpii, situada na constelação boreal de Escorpião. Distante 45 anos-luz da Terra, essa estrela foi descrita como gêmea solar em 1997 pelo astrofísico Gustavo Porto de Mello, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). “Estamos construindo uma pequena tradição no Brasil de estudar gêmeas”, afirma Porto de Mello, que não participou do trabalho sobre a estrela da constelação do Dragão.

Além das semelhanças físicas e químicas com o Sol, os testes com a HIP 56948 revelaram outra característica interessante de seus arredores. As condições em torno do astro parecem ser compatíveis com a existência de um conjunto de planetas com arquitetura similar à do sistema solar, onde pequenos mundos rochosos se situam mais perto da estrela e grandes planetas gasosos ocupam a zona mais periférica. Esse aparente ponto

em comum com o Sol torna, em tese, a HIP 56948 uma boa candidata a abrigar em sua vizinhança planetas como a Terra, apesar de ainda não ter sido descoberto nenhum mundo extrassolar em seu entorno. As conclusões fazem parte de um estudo coordenado pelo astrofísico da USP e aceito para publicação na revista científica *Astronomy & Astrophysics*.

Não há uma definição completa do que seja uma gêmea solar. Até que ponto uma estrela precisa ser igual ou muito semelhante ao Sol para receber essa designação é uma questão em aberto. Algumas estrelas são parecidas com o Sol quando se analisam certos parâmetros, mas distintas sob outros aspectos. À medida que os astrofísicos obtêm dados mais detalhados sobre as estrelas, as similaridades e distinções ficam mais evidentes. Por questão de praticidade e devido a limitações da instrumentação atualmente disponível, a procura por gêmeas solares se concentra numa área do céu situada a no máximo 300 anos-luz da Terra, onde, de acordo com projeções dos astrofísicos, deve haver algumas dezenas de gêmeas solares. Essa zona equivale a uma parte ínfima do Universo. Mas é preciso começar a busca pelo que está mais à mão.

No caso da HIP 56948 e do Sol, os pontos em comum entre os dois astros são impressionantes. A comparação de uma série de parâmetros importantes provoca uma espécie de empate técnico entre as estrelas. A massa da HIP 56948 é, por exemplo, apenas 2% maior do que a do Sol, dentro da margem de erro da medição feita por Meléndez e seus colaboradores, também de 2%. Seu raio atinge 687 mil quilômetros, 1,3% menor do que o do Sol. A temperatura média na superfície das estrelas – em sua camada mais externa, que lhes dá o tom amarelado – é quase a mesma. Difere em 0,3%. A da gêmea solar é 5.521 °C, 17 °C superior à da Sol. Para efeito de comparação, a temperatura da 18 Scorpii, a segunda gêmea mais parecida com o Sol, é 54 °C maior que de nossa estrela-mãe. A diferença de brilho real da HIP e do Sol é quase imperceptível. A gêmea é 1,4% menos luminosa.

Apesar de todos esses traços quase idênticos, as duas estrelas apresentam uma diferença de idade significativa, de aproximadamente 1 bilhão de anos segundo os cálculos mais recentes dos pesquisadores. É como se fossem gêmeas, só que de gerações distintas. O Sol tem 4,57 bilhões de anos. A HIP 56948, 3,52 bilhões. “Isso não é ruim de forma alguma”, diz o astrofísico Ivan Ramirez, da Universidade do Texas, outro autor do artigo. “Dessa forma, podemos estudar como era a evolução do Sol há 1 bilhão de anos.” Há um problema extra no que diz respeito a esse parâmetro. “Determinar a idade de uma estrela é algo notoriamente difícil”, pondera Martin Asplund, da Universidade Nacional da Austrália, outro astrofísico que assinou o trabalho na A&A. “Pode ser que a HIP 56948 tenha quase a mesma idade do Sol.” Ou seja até mais velha do que nossa estrela-mãe, ideia defendida em outros estudos científicos, inclusive num *paper* mais antigo de Meléndez que, no entanto, se baseava em dados de qualidade inferior. A margem de erro para esse parâmetro é bem maior do que para outras propriedades estelares.

**A** HIP 56948 exibe uma assinatura química similar em grande medida à peculiar composição do Sol, menos rico em certos metais quando comparado a outros tipos de estrelas. A gêmea solar também possui uma deficiência de certos elementos, como níquel e ferro, embora num grau entre 2% e 3% menos acentuado do que o de nossa estrela. Uma corrente de astrofísicos, entre eles o pesquisador da USP, acredita que o déficit de alguns metais na composição do Sol possa estar ligado ao processo de formação dos planetas ao seu redor. Para os adeptos dessa interpretação, uma parcela do material presente na nuvem primordial de gás que deu origem ao Sol condensou-se na forma de poeira e pos-

## O brilho do Escorpião

Identificada como uma gêmea solar em 1997 por astrofísicos brasileiros, a 18 Scorpii perdeu a condição de estrela mais parecida com o Sol para a HIP 56948



## Estrelas parecidas com o Sol talvez possam abrigar sistemas planetários similares ao nosso

teriormente originou as estruturas maiores que formaram os planetas, sobretudo os rochosos (Mercúrio, Vênus, Terra e Marte). Dessa forma, segundo essa linha de raciocínio, nossa estrela “perdeu” uma fração de sua matéria-prima para dar origem aos planetas do seu entorno. Por isso acabou com uma quantidade menor de alguns metais em relação ao padrão usual de ocorrência desses elementos em estrelas.

Se essa hipótese estiver correta, a melhor gêmea solar conhecida pode ser a casa de um sistema planetário análogo ao nosso. “Especulamos que talvez a HIP

56948 tenha um sistema planetário gêmeo ao do Sol”, afirma Meléndez. Por ora, os pesquisadores não encontraram nenhum mundo gigante e gasoso, do tipo Júpiter, nas órbitas mais próximas ou na chamada zona habitável ao redor da estrela, a região em que, devido às condições locais de temperatura, poderia, em tese, florescer formas de vida nos moldes da existente na Terra. Na busca por novos mundos em torno da estrela, foram usados dados dos observatórios americanos Keck, no Havaí, e McDonald, no Texas.

A notícia parece ruim, mas é boa. Se houvesse um enorme planeta gasoso nas proximidades da HIP 56948, a chance de existir por ali um pe-

### O PROJETO

Influência da formação de planetas na composição química de estrelas do tipo solar

**MODALIDADE**  
Auxílio Regular a Projeto de Pesquisa

**COORDENADOR**  
Jorge Meléndez - IAG-USP

**INVESTIMENTO**  
R\$ 184.263,76 (FAPESP)

queno mundo rochoso, como a Terra, seria quase nula. Devido ao jogo das interações gravitacionais, planetas de porte avantajado, quando situados nos arredores de sua estrela, tendem a provocar a destruição dos mundos menores, que são empurrados para fora do sistema ou para o escaldante interior do astro luminoso. Portanto, não terem encontrado um Júpiter quente, como são chamados os mundos gasosos situados nas zonas cálidas próximas das estrelas, foi motivo de alívio para os pesquisadores.

O método usado para procurar planetas nos arredores da gêmea solar foi o da velocidade radial, a mais tradicional técnica usada para esse fim desde meados dos anos 1990, quando se descobriu o primeiro mundo extrassolar. Desde então, a maioria dos quase 700 exoplanetas conhecidos foi identificada por meio desse recurso. A velocidade radial mede o efeito gravitacional exercido periodicamente por um planeta ao passar muito perto de sua estrela. *Grosso modo*, a presença do planeta faz a estrela sofrer oscilações ou perturbações em sua órbita. Quanto maior o mundo ao seu redor, maior o chacoalhão sentido pela estrela. “Com a instrumentação atual, só conseguiríamos detectar um planeta 10 vezes maior do que a Terra”, comenta Meléndez, que recentemente obteve o direito de usar por 88 noites as instalações do Observatório Europeu do Sul (ESO), no Chile, para observar gêmeas solares.

As novas medições ratificaram o *status* da HIP 56948 como o astro conhecido mais parecido com o Sol. Num quesito, no entanto, a 18 Scorpii, a estrela que fora destronada cinco anos atrás pela HIP 56948 da condição de melhor gêmea solar, se mostra mais semelhante ao Sol. “Não há uma estrela que seja um clone perfeito do Sol. Em função dos parâmetros que adotamos como referência, uma ou outra estrela pode ser mais similar ao Sol”, afirma o astrofísico José Dias do Nascimento Jr, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), outro especialista em gêmeas solares. “Se, por exemplo, levarmos em conta basicamente as características do campo magnético, a 18 Scorpii é mais parecida com o Sol do que a HIP 56948.”

Nossa estrela tem um ciclo magnético mais ou menos regular. A cada 11 anos, o Sol entra num período de máxima atividade, marcado pelo aparecimento de um número maior de manchas em sua superfície, vistosas ejeções de matéria de sua coroa (o equivalente à sua “atmosfera”) e explosões variadas. Os picos de atividade solar são tão fortes que mexem com a vida na Terra. O clima pode se alterar e as comunicações por satélite e as redes de transmissão de eletricidade podem sofrer interrupções. O

## A casa da gêmea solar

Hoje considerada a estrela mais parecida com o Sol, a HIP 56948 fica na constelação do Dragão, entre a Ursa Maior e a Menor, a 200 anos-luz da Terra



## A temperatura na superfície da HIP 56948 é apenas 17 °C maior do que a do Sol. O brilho real das duas estrelas é quase o mesmo

ciclo magnético da 18 Scorpii, cuja idade estimada de 4,2 bilhões de anos é bastante próxima à do Sol, é da ordem de sete anos. “Ela ainda é uma gêmea solar notável”, diz Gustavo Porto de Mello, da UFRJ.

Ainda não se sabe qual é o padrão de atividade energética da HIP 56948, cujos estudos começaram há menos tempo. É possível que seu ciclo magnético tenha uma periodicidade de cinco a 10 anos. “Se a atividade magnética na HIP 56948 for extremamente intensa, a chance de haver planetas com boas condições de vida em torno da estrela são menores”, afirma Nasci-

mento Jr. No entanto, segundo Meléndez, dados preliminares sugerem que esse parâmetro da HIP 56948 é similar ao do Sol. “No fundo, estamos tentando descobrir se estrelas muito parecidas com o Sol tendem a produzir sistemas planetários como o nosso. Se essa relação realmente existir, encontrar gêmeas solares pode ser uma forma de descobrir planetas similares à Terra”, diz Porto de Mello. ■

Artigo científico

MELÉNDEZ, J. *et al.* The remarkable solar twin HIP 56948: a prime target in the quest for other Earths. *Astronomy & Astrophysics*. No prelo, 2012.