

# Nas redondezas de outros mundos

Como observar luas, anéis  
e até o magnetismo de planetas  
fora do sistema solar

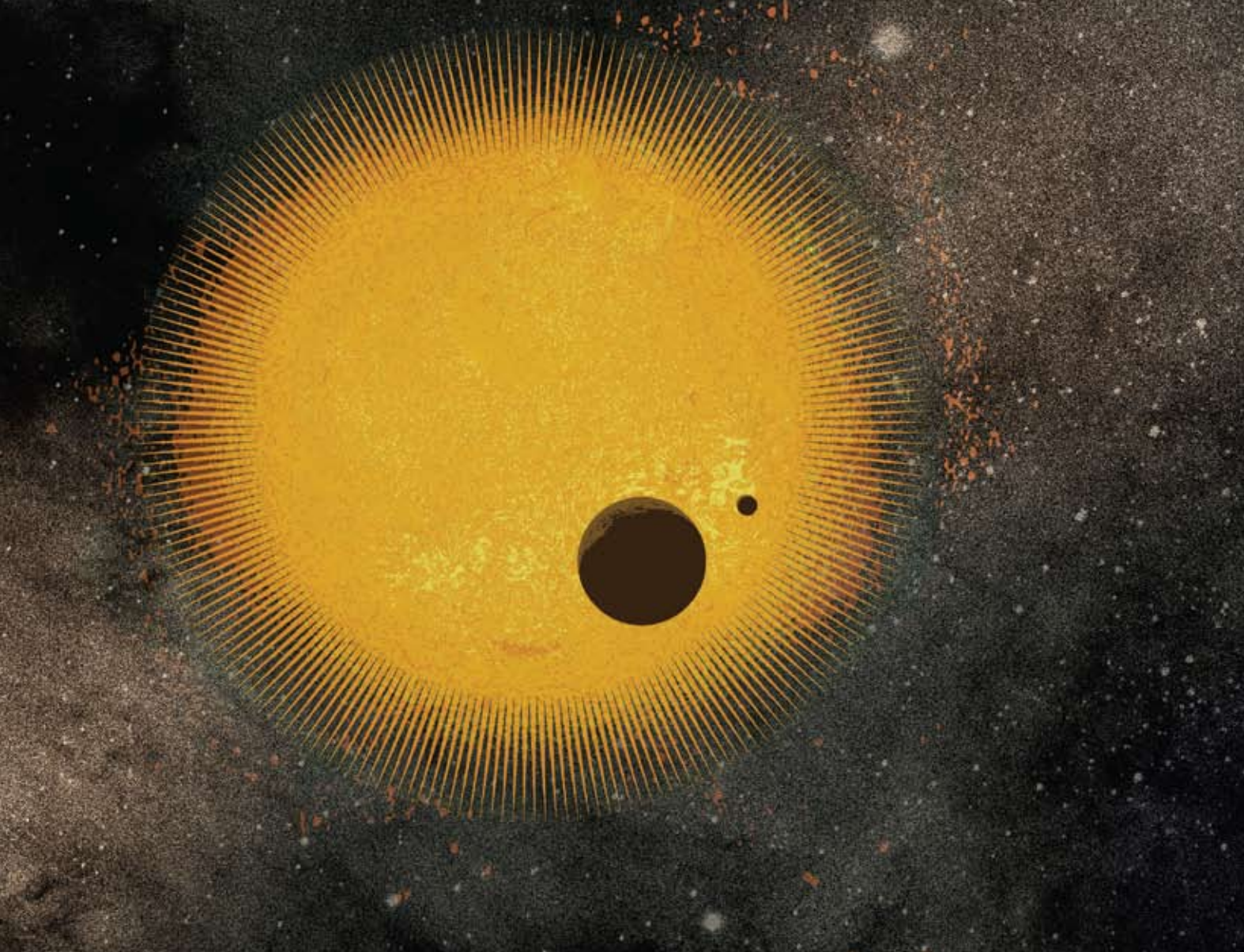
TEXTO **Igor Zolnerkevic**

ILUSTRAÇÃO **Drüm**

**A**inda é muito vaga a visão que temos dos planetas orbitando outras estrelas além do Sol, os exoplanetas. Em vez de fotos maravilhosas, por enquanto temos que nos contentar com as deduções do raio, da massa e das características de suas órbitas, feitas indiretamente por meio dos dois métodos de detecção mais utilizados – a técnica da velocidade radial, em que se mede como a influência gravitacional do planeta faz sua estrela oscilar, e o método do trânsito planetário, que registra a diminuição de luminosidade causada pela passagem do planeta na frente de sua estrela. Foi pelo trânsito planetário, por exemplo, que o telescópio espacial Kepler, da Nasa, já identificou mais de 2 mil possíveis exoplanetas. Uma de suas descobertas, confirmada por observações de outros telescópios, é o planeta Kepler 22b, com um raio apenas 2,4 vezes maior que o da Terra, orbitando a zona habitável de uma estrela muito parecida com o Sol, isto é, a uma distância tal que a temperatura em sua superfície permitiria a existência de

água líquida sobre ela (*ver figura na página 27*). Ninguém sabe, entretanto, se o Kepler 22b é um enorme planeta rochoso, uma super-Terra, ou se é um mini-Netuno – uma versão em miniatura dos gigantes gasosos do sistema solar.

Nossa imagem dos exoplanetas, entretanto, deve ficar muito mais rica nos próximos anos graças ao trabalho de astrofísicos teóricos que vêm propondo novas maneiras pelas quais seria possível observar no trânsito planetário os sinais de outras propriedades desses mundos. A astrofísica Adriana Válio, da Universidade Presbiteriana Mackenzie, em São Paulo, e seu aluno de doutorado Luis Ricardo Tusnski, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, em São José dos Campos, foram os primeiros a determinar qual deve ser o tamanho mínimo de luas e anéis em torno de planetas extrassolares para que sejam detectáveis pelo Kepler e pelo telescópio espacial Corot, da Agência Espacial Europeia, que também utiliza o método de trânsito planetário e conta com a participação de pesquisadores brasileiros. Já uma equipe coordenada pela astrofísica brasileira Ali-



ne Vidotto, da Universidade de Saint Andrews, na Escócia, descobriu que o trânsito planetário pode ser usado em certas condições para medir o campo magnético de um exoplaneta.

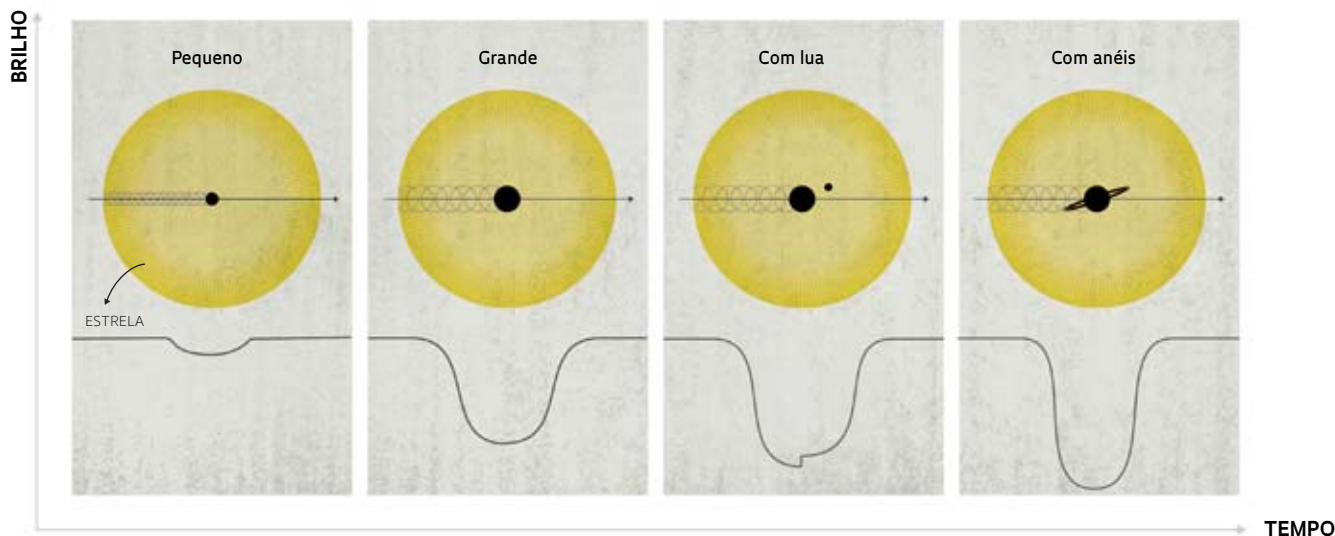
Esses trabalhos de ponta feitos por brasileiros contribuem de uma forma ou de outra para avançar a busca por um exoplaneta capaz de suportar a vida como nós a conhecemos. Embora a maioria dos mais de 700 planetas extrassolares cuja descoberta já foi confirmada sejam gigantes gasosos, tão grandes ou maiores que Júpiter, aqueles localizados nas zonas habitáveis de suas estrelas poderiam ter luas rochosas grandes o suficiente para reterem uma atmosfera por bilhões de anos e assim abrigarem oceanos cheios de vida. “Se o Kepler 22b tivesse uma lua do tamanho de Marte, por exemplo, ela seria habitável”, diz Adriana. “Outro fator importante que permite que um planeta seja habitável é o seu campo magnético”, explica Aline. “O campo funciona como um escudo protetor, impedindo que as partículas de alta energia vindas da estrela desgastem a sua atmosfera.”

#### LUAS OCULTAS

Desde 2003, Adriana desenvolve um modelo computacional para estudar como as manchas estelares – o fenômeno análogo ao das manchas que surgem na superfície do Sol – interferem na curva de luz do trânsito planetário. Em 2009, Tusnski, então seu aluno de mestrado, decidiu adaptar o modelo para simular o trânsito de um planeta com uma lua. Outros pesquisadores haviam proposto antes detectar luas por meio da perturbação que elas causam no movimento do planeta, mas observar isso exigiria acompanhar a variação do brilho da estrela por um tempo maior do que os telescópios costumam fazer. O modelo dos brasileiros mostrou que isso era desnecessário. Se uma lua fosse grande o suficiente, um sinal inconfundível de sua presença surgiria na curva de luz do trânsito planetário na forma de pequenos “degraus”.

No entanto, as curvas de luz obtidas pelo Kepler e o Corot não são lisas como as dos modelos, pois o brilho das estrelas não é constante, fluando erratically, entre outros motivos, pela aparição e sumiço de manchas estelares.

# Curva de luz indica tipo de planeta



O método do trânsito planetário mede a diminuição de brilho de uma estrela quando um objeto celeste passa em sua frente. Até agora foi usado para procurar mundos fora do sistema solar. Mas alguns astrofísicos teóricos acreditam que a

técnica também pode ser empregada para estudar parâmetros desconhecidos dos exoplanetas, como a possível existência de luas, de anéis e de um campo magnético. De acordo com características do mundo em trânsito, o método geraria um gráfico com uma

curva de luz particular. Planetas grandes produzem curvas maiores que os pequenos. Se houver uma lua, podem aparecer pequenos “degraus” na curva. O efeito dos anéis seria suavizar as bordas do “poço” da curva de luz e torná-lo mais fundo

“A coisa é ainda mais complicada porque há certo ruído no instrumento que gera uma incerteza na medida”, explica Tusnski. Os “degraus” indicando a presença das luas precisariam, portanto, ser identificados em meio ao ruído criado por essa variação. Mesmo assim, em um artigo publicado em dezembro na revista *Astrophysical Journal*, Tusnski e Adriana mostraram por meio de simulações dessas flutuações que seria possível distinguir nos dados do Corot luas 1,3 vez maiores do que a Terra, enquanto nos dados do Kepler poderia haver evidências de satélites tão pequenos quanto a nossa Lua. Tusnski já começou a buscar por esses sinais nos dados. “A aplicação dessa ferramenta pode resultar na descoberta do primeiro satélite natural em exoplanetas”, afirma o especialista em dinâmica planetária Othon Winter, da Unesp. “Uma das grandes vantagens desse trabalho é a facilidade de aprimorar o modelo (já utilizado), incluindo manchas estelares e mais luas.”

Embora a maior lua do sistema solar, Ganimedes, em Júpiter, tenha um tamanho um pouco menor que a metade da Terra, Winter, junto com Rita Domingos e Tadashi Yokoyama, ambos também da Unesp, calcularam em um artigo publicado em 2006 na revista *Monthly Notices of Royal Astronomical Society (MNRAS)* que exoplanetas semelhantes a Júpiter orbitando na

zona habitável de estrelas do porte do Sol poderiam ter satélites do tamanho da Terra ou maiores. “Há uma expectativa crescente de que a detecção de luas será feita em breve, por causa do tremendo volume de dados esperando para ser analisado”, diz o astrônomo Darren Williams, da Universidade Estadual da Pensilvânia, nos Estados Unidos, que também demonstrou recentemente como exoplanetas gigantes gasosos poderiam ter luas grandes. “Suspeito que a maioria dos planetas detectados pelo Kepler tenha luas e uma fração delas seja maior que Marte.”

Adriana e Tusnski também foram os primeiros a determinar como a presença de anéis ao seu redor dos exoplanetas afetaria a curva de luz do trânsito planetário. Seu modelo mostrou que o efeito dos anéis seria suavizar as bordas do “poço” da curva de luz, bem como torná-lo mais fundo. Realizando uma análise semelhante àquela das luas, eles mostraram que um sistema de anéis como o de Saturno pode ser detectável pelo Kepler, enquanto os anéis só seriam visíveis pelo Corot se fossem pelo menos 50% maiores que os de Saturno.

## Técnica do trânsito foi empregada para identificar mais de 2 mil possíveis planetas extrassolares

### O PROJETO

Investigation of high energy and plasma astrophysics phenomena: theory, observation, and numerical simulations - nº 2006/50654-3

#### MODALIDADE

Projeto Temático

#### COORDENADOR

Elisabete Maria de Gouveia Dal Pino - IAG/USP

#### INVESTIMENTO

R\$ 366.429,60 (FAPESP)

O próximo passo dos pesquisadores será adaptar seu modelo para identificar o sinal dos anéis de exoplanetas extremamente próximos de suas estrelas. Nesse caso, a atração gravitacional da estrela é capaz de entortar os anéis. Segundo Tusnski, eles poderiam usar essa deformação para obter informações sobre as densidades dos núcleos dos exoplanetas.

#### ARCOS DE CHOQUE

Também seria possível conhecer mais sobre o interior dos exoplanetas se os astrônomos conseguissem detectar o campo magnético deles. Pesquisadores vêm buscando sinais desses campos por meio de radiotelescópios. A ideia seria captar as ondas de rádio emitidas por partículas eletricamente carregadas disparadas pelas estrelas, quando elas fossem capturadas pelos campos magnéticos planetários – é o mesmo fenômeno que produz as auroras boreais na Terra. Mas todas as buscas falharam até agora.

Desde 2010, Aline e seus colegas Moira Jardine, Christiane Helling, Joe Llama e Kenneth Wood, todos da Universidade de Saint Andrews, publicaram uma série de quatro artigos nas re-

vistas *Astrophysical Journal Letters*, *MNRAS* e *MNRAS Letters*, detalhando um novo método, mais indireto mas promissor, de medir campos magnéticos de exoplanetas. De fato, a equipe afirma ter conseguido estimar a intensidade do campo magnético do exoplaneta Wasp 12b, descoberto em 2008 pelo telescópio Super Wasp, instalado em La Palma, uma das ilhas do arquipélago espanhol das Canárias.

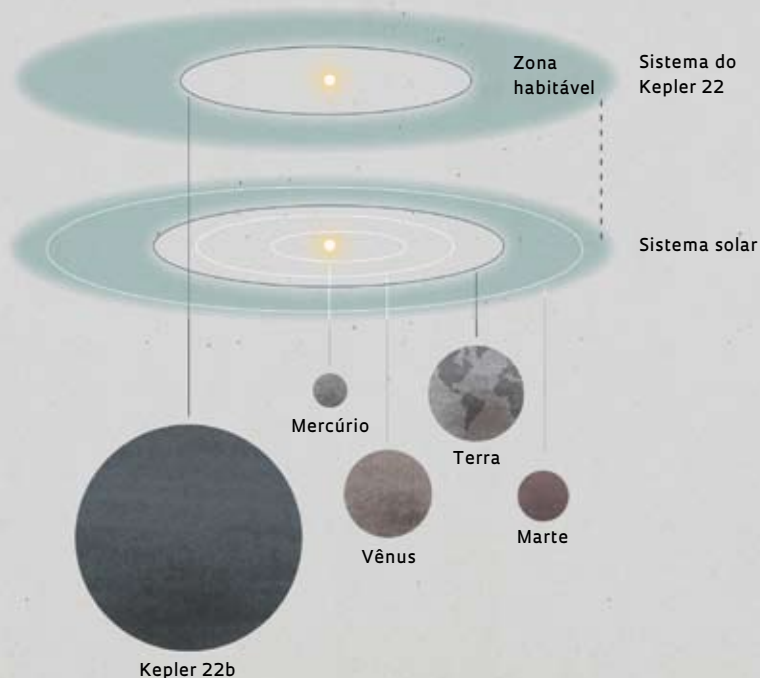
Quase duas vezes maior que Júpiter, o Wasp 12b orbita sua estrela a uma distância 16 vezes menor que a distância entre o Sol e Mercúrio, dando uma volta completa em torno dela a cada 26 horas, à velocidade estupenda de cerca de 300 quilômetros por segundo. Observações do trânsito planetário com o telescópio Hubble mostraram que a curva de luz da estrela começa a cair antes no comprimento de onda da luz ultravioleta que no da luz visível. Aline e sua equipe acreditam que esse efeito seja provocado pela formação de um “arco de choque” na frente do planeta, criado pelo fato de ele estar se movendo a uma velocidade maior que a da propagação do som num meio permeado por partículas emitidas pela estrela, o chamado vento estelar.

De acordo com o modelo dos pesquisadores, as partículas do vento estelar estariam se chocando contra o campo magnético do Wasp 12b, formando na sua frente uma região em forma de arco que seria transparente à luz visível, mas opaca à ultravioleta. Medindo a diferença entre o início do trânsito nos dois comprimentos de onda, a equipe conseguiu estimar a distância entre o planeta e o arco de choque, e a partir daí inferir a intensidade do campo magnético do planeta, que deve ser menor que 24 Gauss, um valor comparável ao campo nos polos de Júpiter, que varia entre 10 e 14 Gauss, e é quatro vezes maior que o da Terra.

Para guiar novas observações do fenômeno, a equipe analisou uma série de exoplanetas já descobertos por trânsito planetário, verificando dados como a distância dos planetas a suas estrelas e a intensidade dos ventos estelares. “Fizemos uma lista dos exoplanetas que seriam os melhores candidatos a ter um arco de choque observável”, diz Aline. Entre eles estão vários dos mais próximos da Terra descobertos pelo Super Wasp e pelo Corot.

“Aline e seus colegas encararam um problema astrofísico muito difícil”, comenta a especialista em interações magnéticas entre estrelas e planetas Evgenya Shkolnik, do Observatório Lowell, no Arizona, nos Estados Unidos. “Seria extremamente valioso se pudéssemos medir ao menos o campo magnético de alguns dos exoplanetas mais próximos de suas estrelas, os chamados Júpiteres quentes, para distinguir diferenças estruturais entre eles.” ■

## Onde está a zona habitável



O menor exoplaneta situado no meio de uma zona habitável em torno de uma estrela parecida com o Sol é o Kepler 22b. Seu raio é 2,4 vezes maior do que o da Terra. A estrela em torno da

qual o planeta extrassolar completa uma órbita a cada 289 dias é a Kepler 22. Situada a 600 anos-luz da Terra, ela é um pouco menor do que o Sol. Por isso, a zona habitável desse sistema,

onde as temperaturas seriam compatíveis com a presença de água líquida e boas para o surgimento de vida, é um pouco mais próxima da estrela do que no caso do Sol