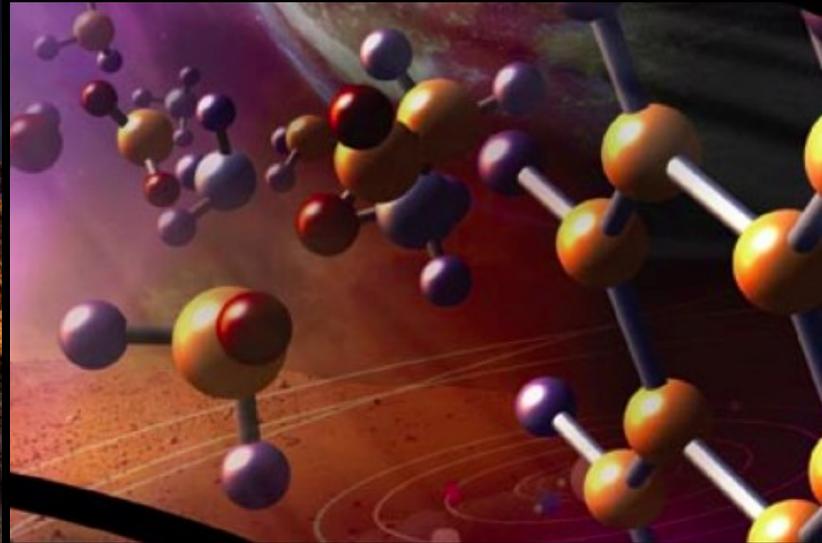


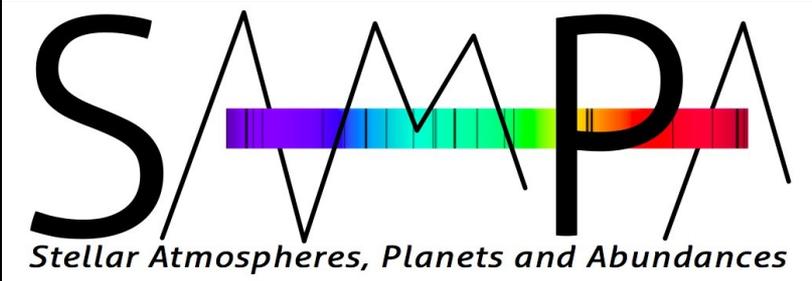


Astrobiologia

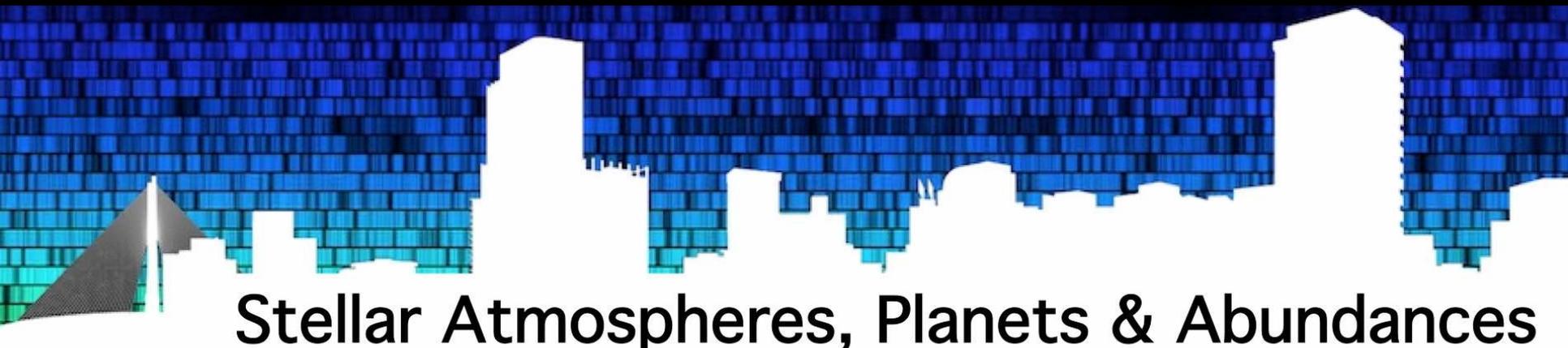


 [DrJorgeMelendez](#)

Departamento de Astronomia IAG/USP



My group at IAG/USP: SAMPA
Stellar AtMospheres, Planets
& Abundances

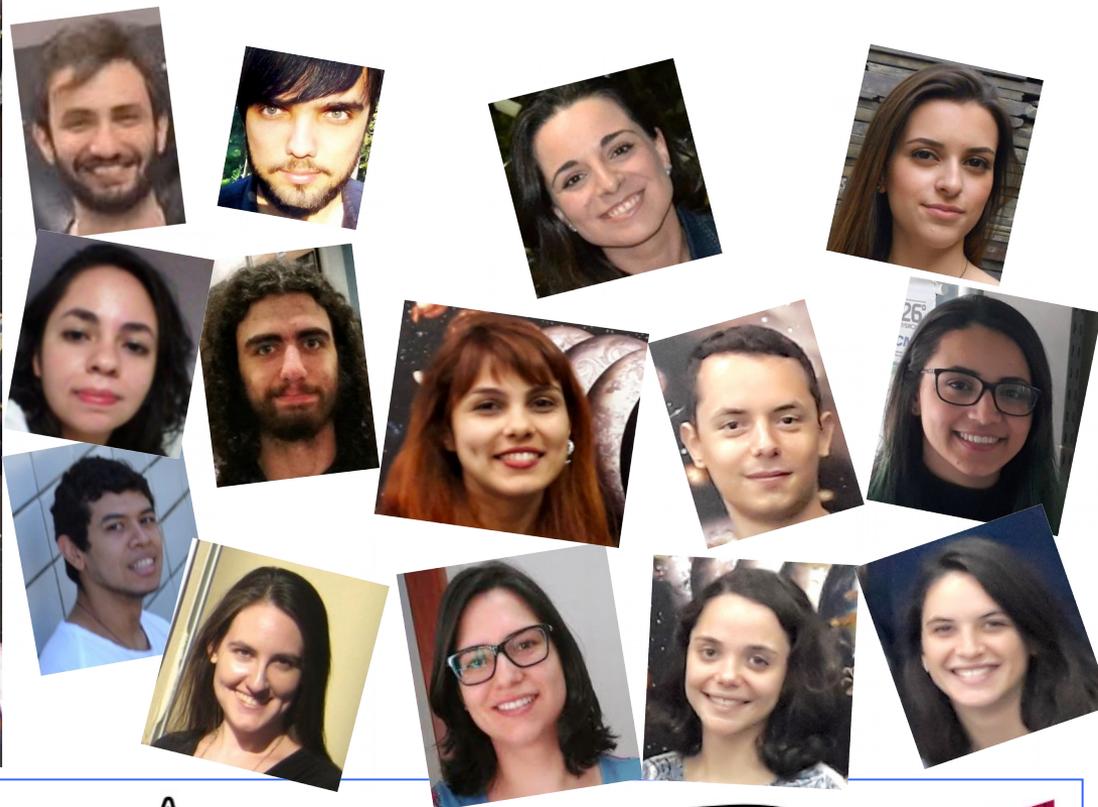
A white silhouette of a city skyline with various building shapes, including a prominent pyramid on the left. The background is a blue brick pattern.

Stellar Atmospheres, Planets & Abundances

A background of a brick wall with a vertical rainbow color gradient from blue at the top to red at the bottom.

SAMPA

SAMPA @ IAG/USP

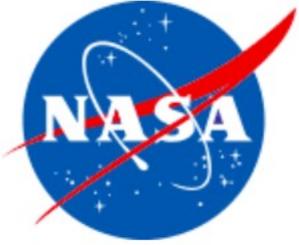


2019: 5 IC, 1 mestranda,
2 doutorandos, 1 pósdoc,
2 alunas visitantes



Stellar Atmospheres, Planets & Abundances

<https://astrobiology.nasa.gov/>



ASTROBIOLOGY at NASA
LIFE IN THE UNIVERSE



Astrobiologia é o estudo da origem, evolução, distribuição, e futuro da vida no universo



Life, here and beyond

Astrobiology is the study of the origin, evolution, distribution, and future of life in the universe

Astrobiology: interdisciplinary science

- Astrophysics
- Physics
- Chemistry
- Biology
- Ecology
- Geophysics
- Atmospheric Science
- Engineering

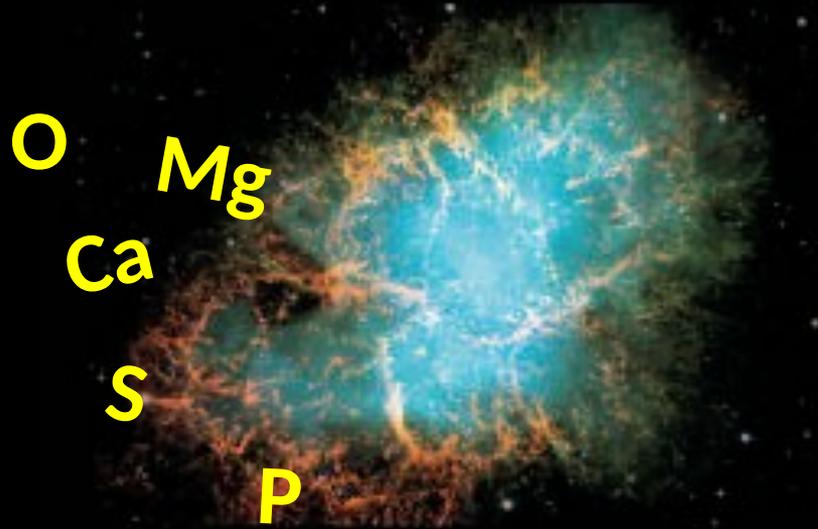
Biogenic elements: C H O N P S

Periodic Table showing Biologically Important Elements

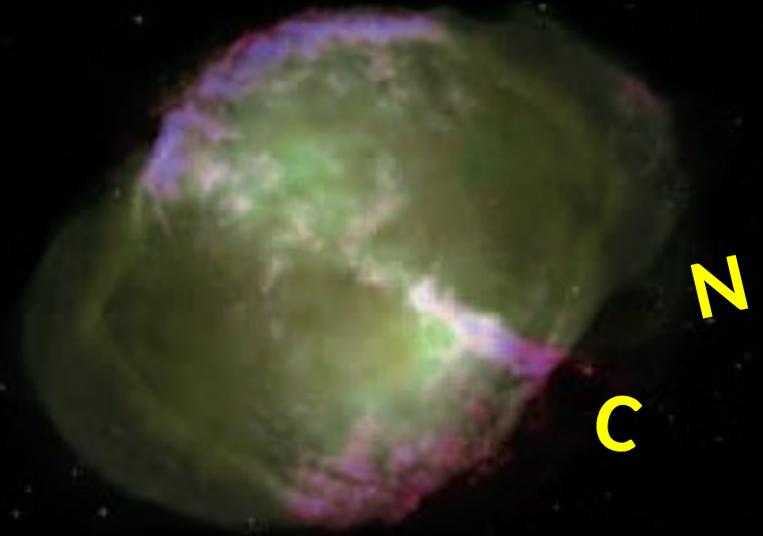
hydrogen 1 H 1.0079																	helium 2 He 4.0026				
lithium 3 Li 6.941	beryllium 4 Be 9.0122															boron 5 B 10.811	carbon 6 C 12.011	nitrogen 7 N 14.007	oxygen 8 O 15.999	fluorine 9 F 18.998	neon 10 Ne 20.180
sodium 11 Na 22.990	magnesium 12 Mg 24.305															aluminum 13 Al 26.982	silicon 14 Si 28.086	phosphorus 15 P 30.974	sulfur 16 S 32.065	chlorine 17 Cl 35.453	argon 18 Ar 39.948
potassium 19 K 39.098	calcium 20 Ca 40.078	scandium 21 Sc 44.956	titanium 22 Ti 47.867	vanadium 23 V 50.942	chromium 24 Cr 51.996	manganese 25 Mn 54.938	iron 26 Fe 55.845	cobalt 27 Co 58.933	nickel 28 Ni 58.693	copper 29 Cu 63.546	zinc 30 Zn 65.38	gallium 31 Ga 69.723	germanium 32 Ge 72.64	arsenic 33 As 74.922	selenium 34 Se 78.96	bromine 35 Br 79.904	krypton 36 Kr 83.798				
rubidium 37 Rb 85.468	strontium 38 Sr 87.62	yttrium 39 Y 88.906	zirconium 40 Zr 91.224	niobium 41 Nb 92.906	molybdenum 42 Mo 95.96	technetium 43 Tc [98]	ruthenium 44 Ru 101.07	rhodium 45 Rh 102.91	palladium 46 Pd 106.42	silver 47 Ag 107.87	cadmium 48 Cd 112.41	indium 49 In 114.82	tin 50 Sn 118.71	antimony 51 Sb 121.76	tellurium 52 Te 127.60	iodine 53 I 126.90	xenon 54 Xe 131.29				
caesium 55 Cs 132.91	barium 56 Ba 137.33			hafnium 72 Hf 178.49	tantalum 73 Ta 180.95	tungsten 74 W 183.84	rhenium 75 Re 186.21	osmium 76 Os 190.23	iridium 77 Ir 192.22	platinum 78 Pt 195.08	gold 79 Au 196.97	mercury 80 Hg 200.59	thallium 81 Tl 204.38	lead 82 Pb 207.2	bismuth 83 Bi 208.98	polonium 84 Po	astatine 85 At	radon 86 Rn			
francium 87 Fr	radium 88 Ra			rutherfordium 104 Rf	dubnium 105 Db	seaborgium 106 Sg	bohrium 107 Bh	hassium 108 Hs	meitnerium 109 Mt	darmstadtium 110 Ds	roentgenium 111 Rg	copernicium 112 Cn	nihonium 113 Nh	flerovium 114 Fl	moscovium 115 Mc	livermorium 116 Lv	tennessine 117 Ts	oganeson 118 Og			
lanthanum series																					
lanthanum 57 La 138.91	cerium 58 Ce 140.12	praseodymium 59 Pr 140.91	neodymium 60 Nd 144.24	promethium 61 Pm	samarium 62 Sm 150.36	europium 63 Eu 151.96	gadolinium 64 Gd 157.25	terbium 65 Tb 158.93	dysprosium 66 Dy 162.50	holmium 67 Ho 164.93	erbium 68 Er 167.26	thulium 69 Tm 168.93	ytterbium 70 Yb 173.05	lutetium 71 Lu 174.97							
actinium 89 Ac	thorium 90 Th 232.04	protactinium 91 Pa 231.04	uranium 92 U 238.03	neptunium 93 Np	plutonium 94 Pu	americium 95 Am	curium 96 Cm	berkelium 97 Bk	californium 98 Cf	einsteinium 99 Es	fermium 100 Fm	mendelevium 101 Md	nobelium 102 No	lawrencium 103 Lr							

A origem dos elementos químicos: estrelas

Supernova Tipo II



Nebulosa Planetária



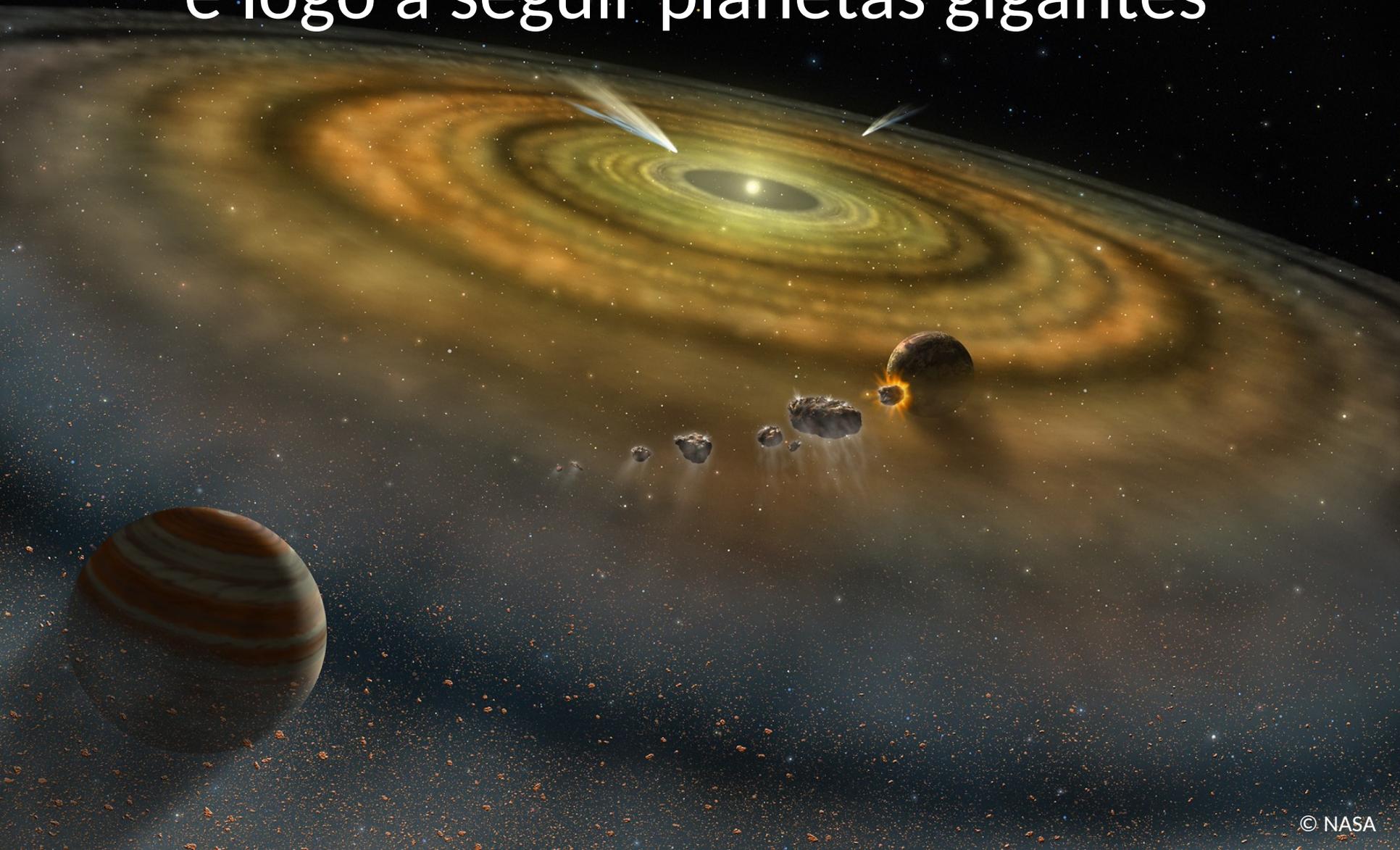
Supernova Tipo Ia

(imagem artística)

Formação de estrelas e planetas



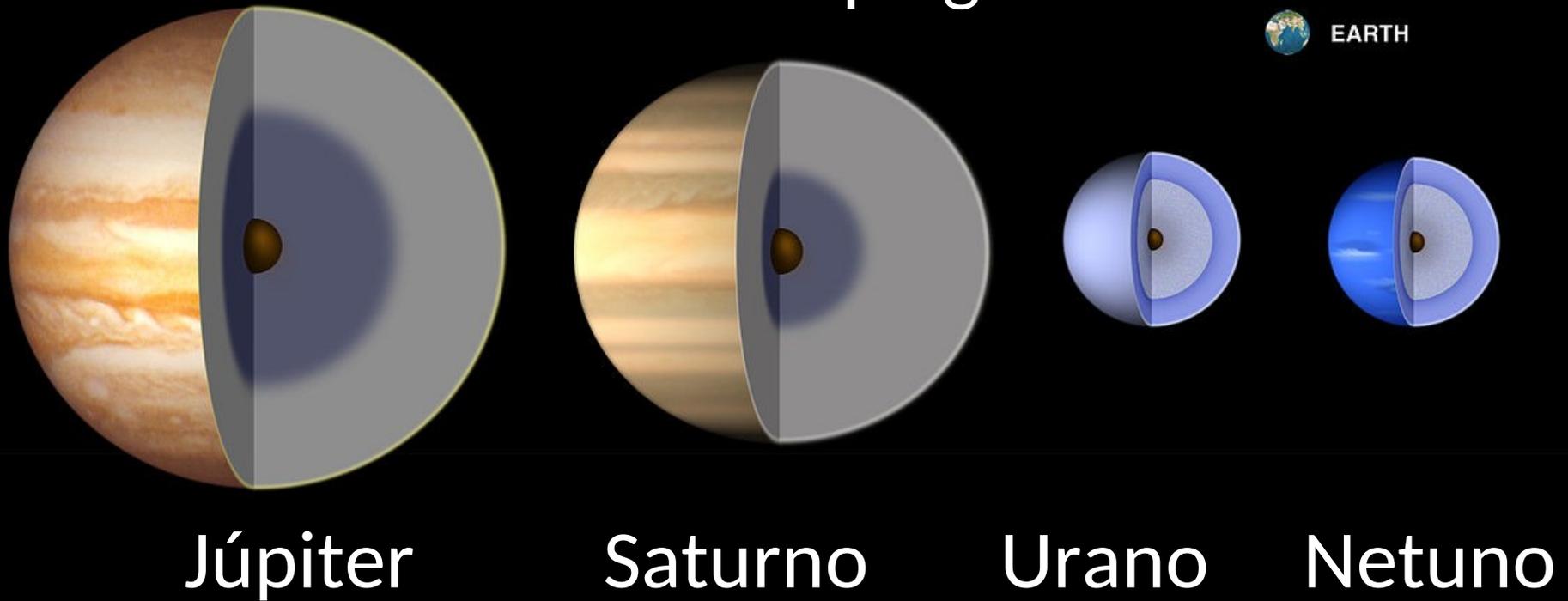
Primeiro são formados corpos rochosos
e logo a seguir planetas gigantes



Formação dos planetas rochosos



Formação de planetas gigantes: primeiro forma-se núcleo rochoso, e depois acumula-se um envelope gasoso



■ Molecular hydrogen

■ Metallic hydrogen

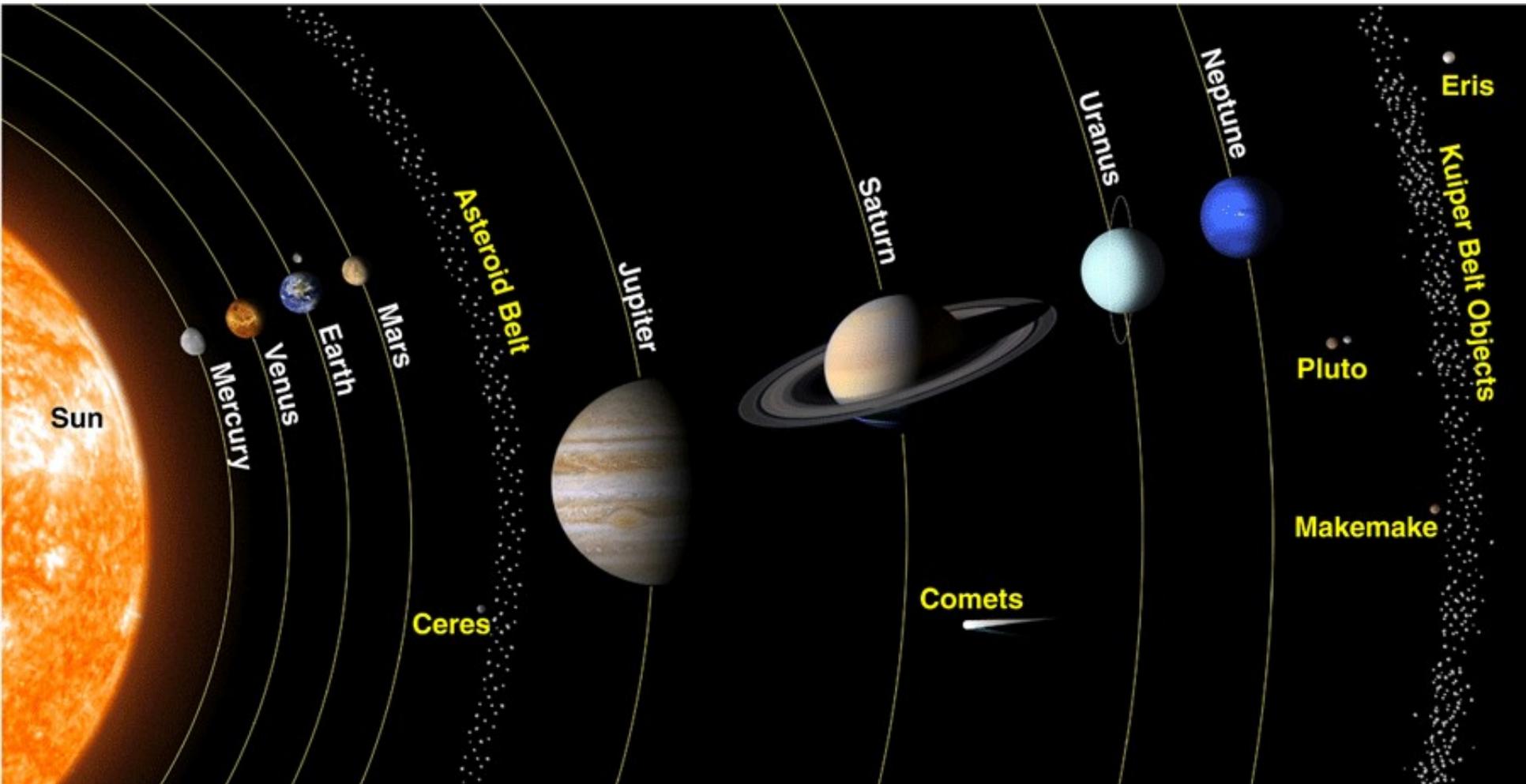
■ Hydrogen, helium, methane gas

■ Mantle (water, ammonia, methane ices)

■ Core (rock, ice)

Sistema solar:

- Observações detalhadas
- Exploração direta com sondas espaciais
- Único sistema conhecido com vida



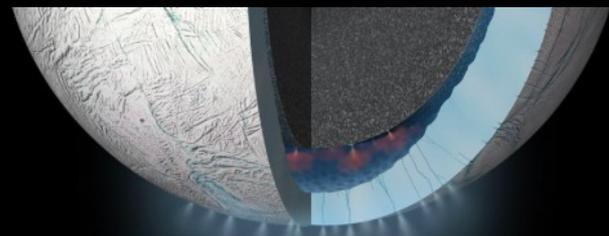


Terra: vida!



Marte

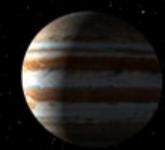
Titã orbitando Saturno



Encélado,
lua de Saturno



The surface of **Europa** with Jupiter on the horizon, seen in an artist's concept. (c) NASA/JPL

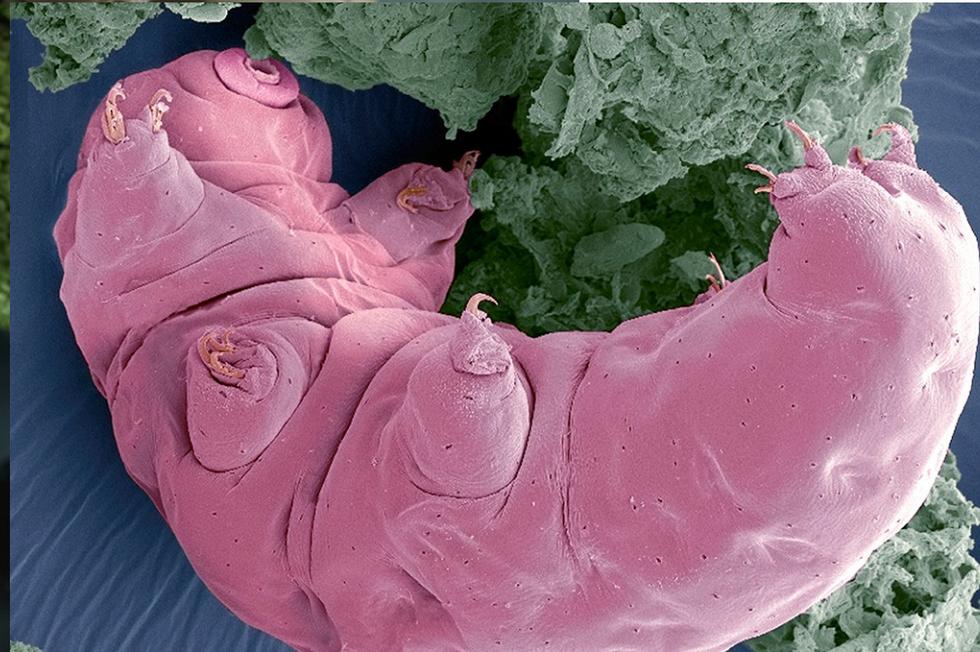
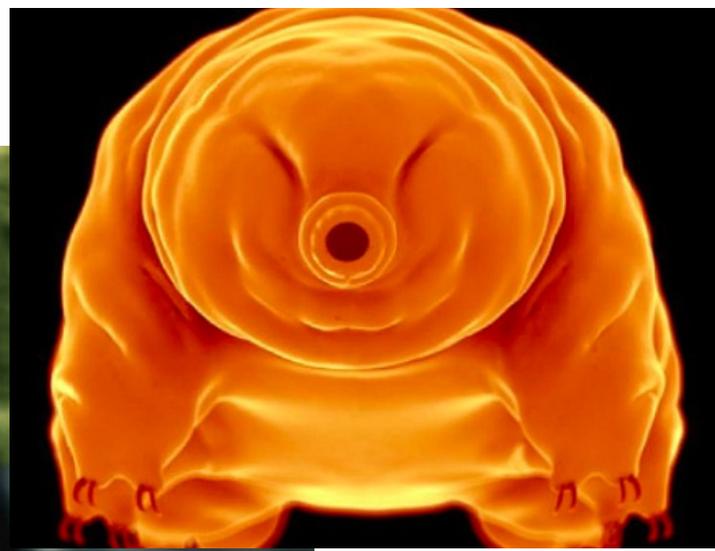


Ganímedes e Júpiter
(imagem artística)



Tardígrados,

animais microscópicos que podem sobreviver a condições extremas



Laboratório de Astrobiologia – Instituto de Química (IQ)



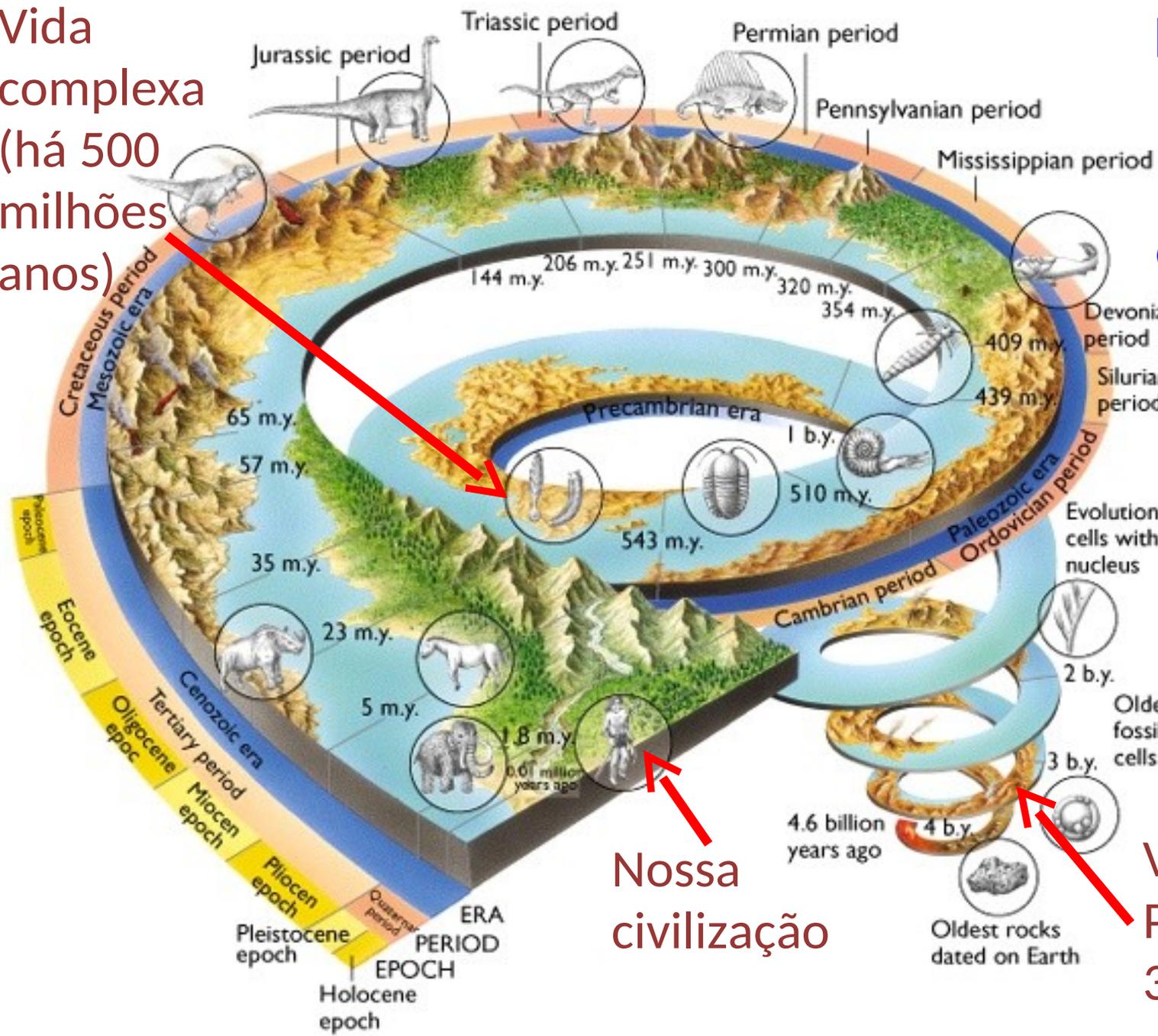
Professor Fabio Rodrigues na Câmera de Simulação de Ambientes Espaciais do Laboratório de Astrobiologia do Instituto de Química (IQ).
2018/09/04

Foto: Marcos Santos/USP Imagens

Vida complexa (há 500 milhões anos)

Escalas de tempo desde a origem da Terra.

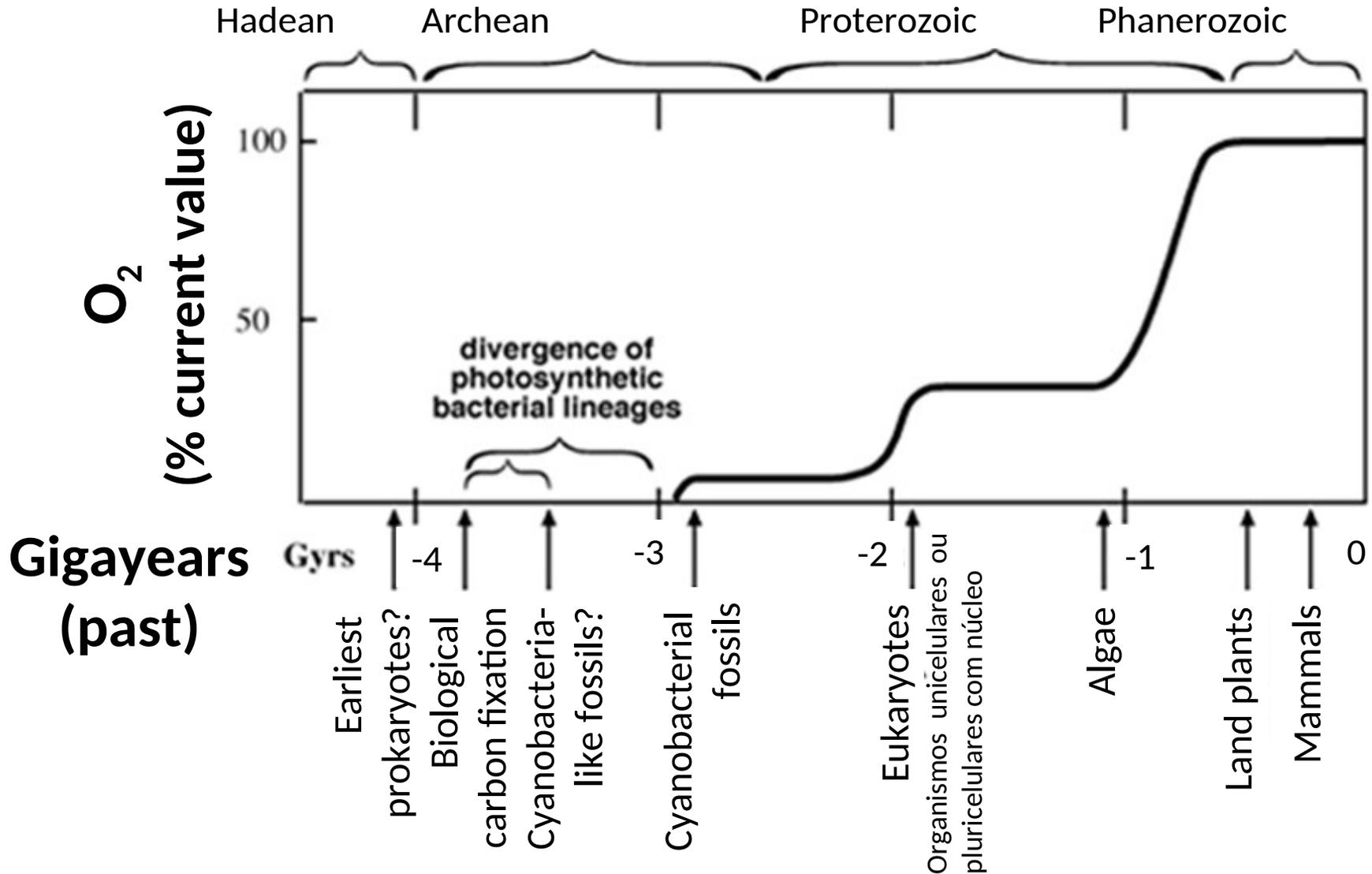
Quase 4,6 bilhões de anos até civilização



Vida Primitiva há 3,5 bi anos

Nossa civilização

As cianobactérias produziram o oxigênio presente na atmosfera da Terra

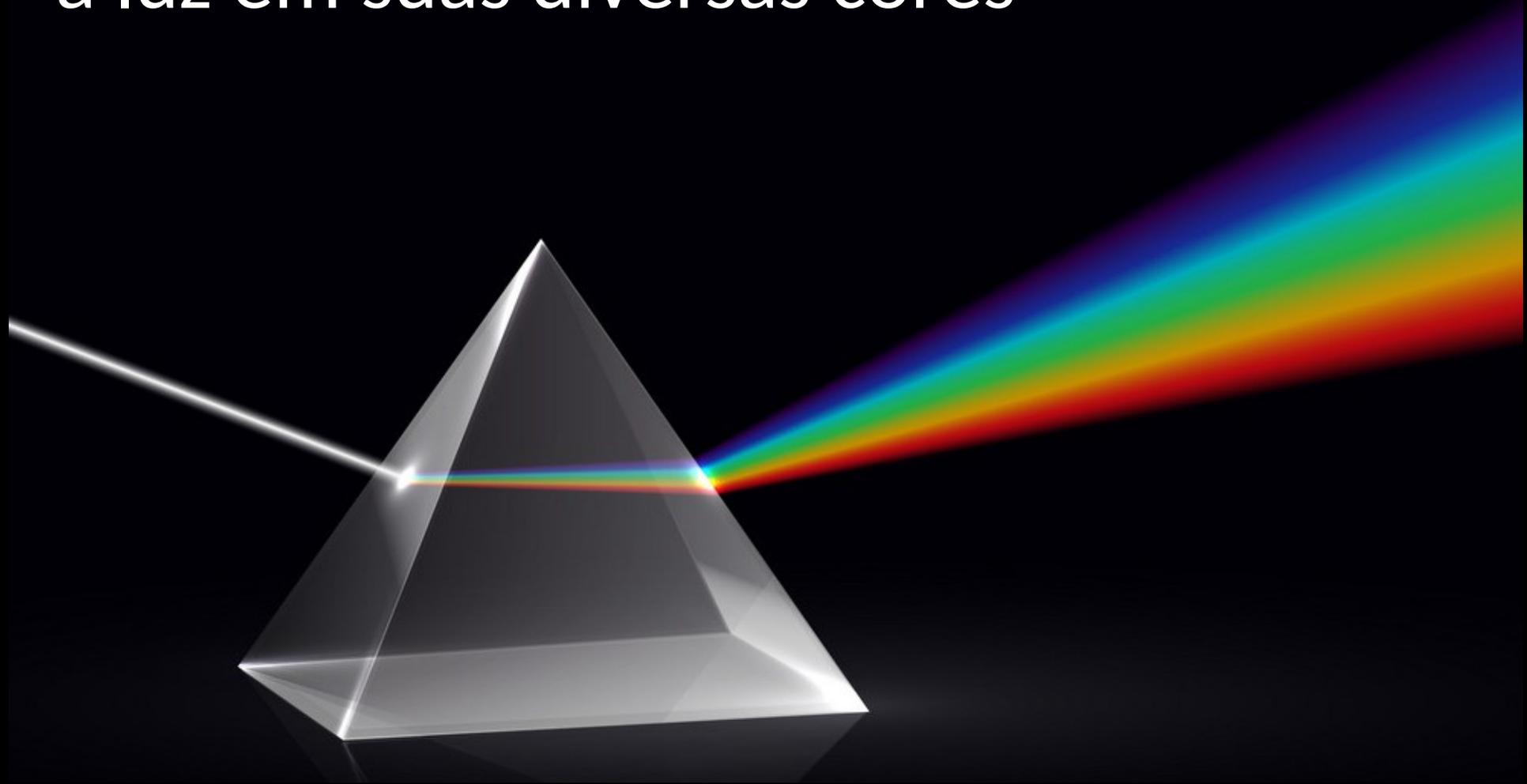


Técnica para estudar a composição química de estrelas e planetas: **espectroscopia**

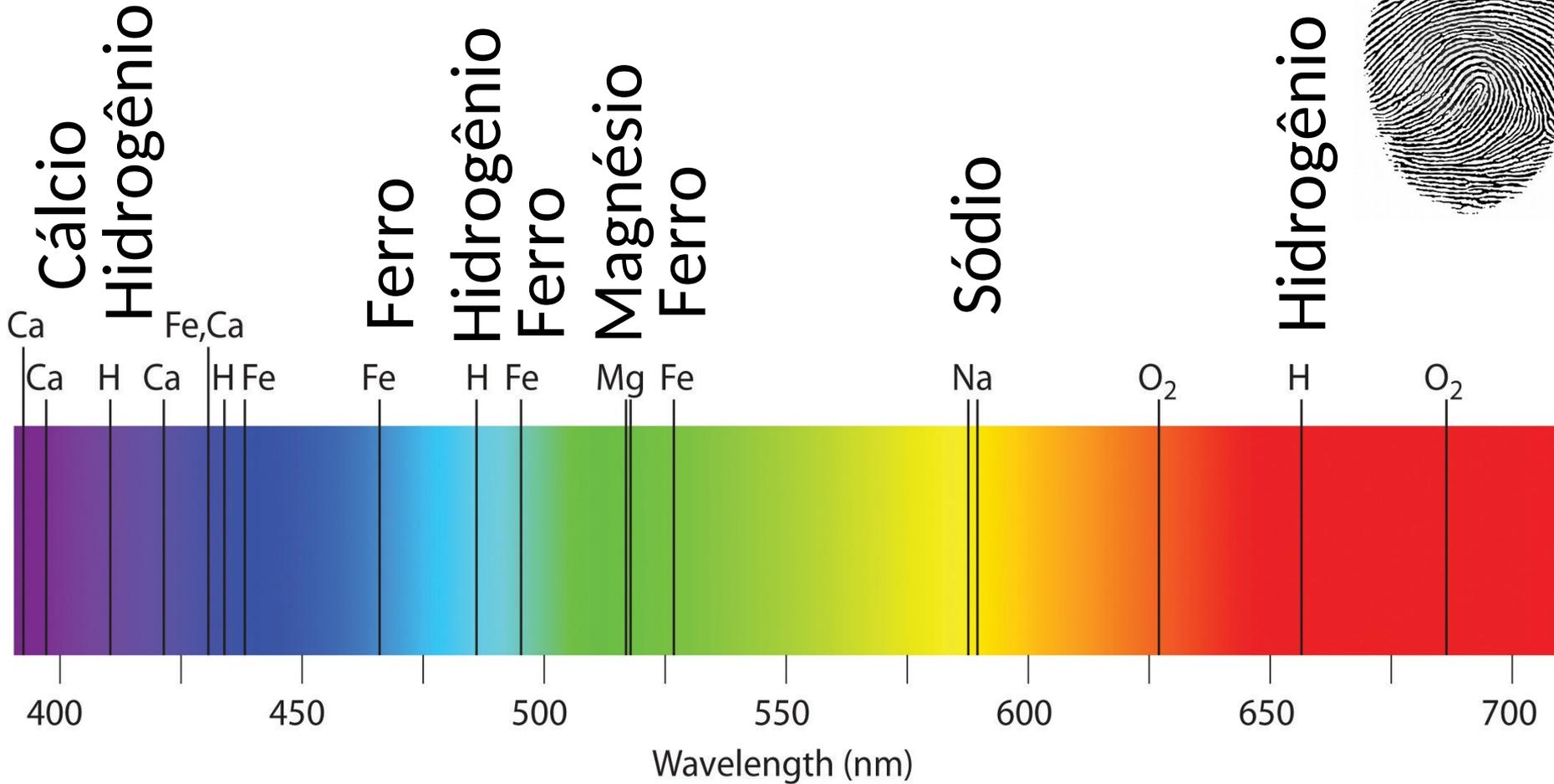


Newton
(1666)

Espectro:
a luz em suas diversas cores

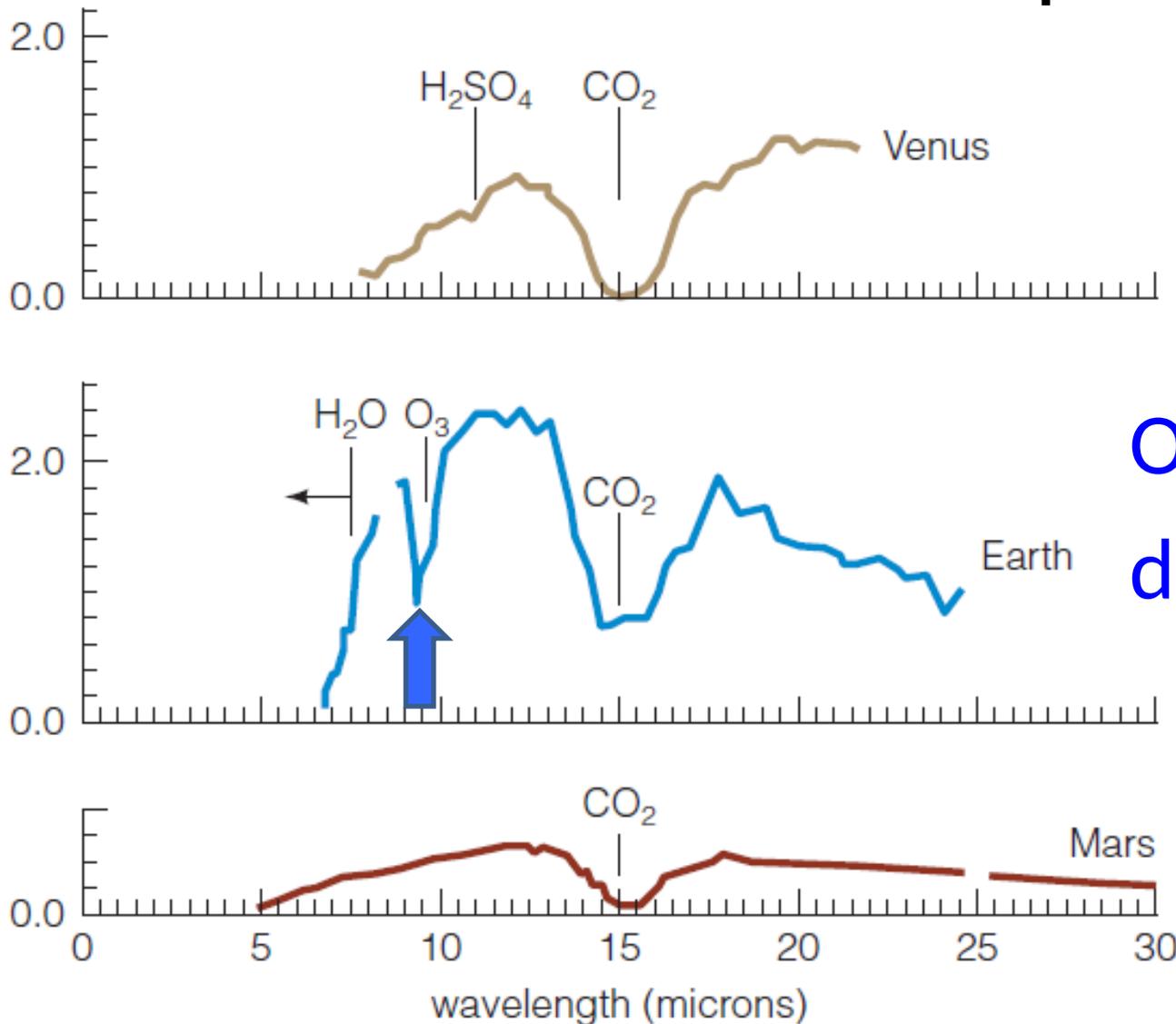


Com espectros mais detalhados, podemos identificar os elementos químicos



As linhas do espectro são a “impressão digital” dos elementos químicos

Assinaturas da vida no espectro da Terra

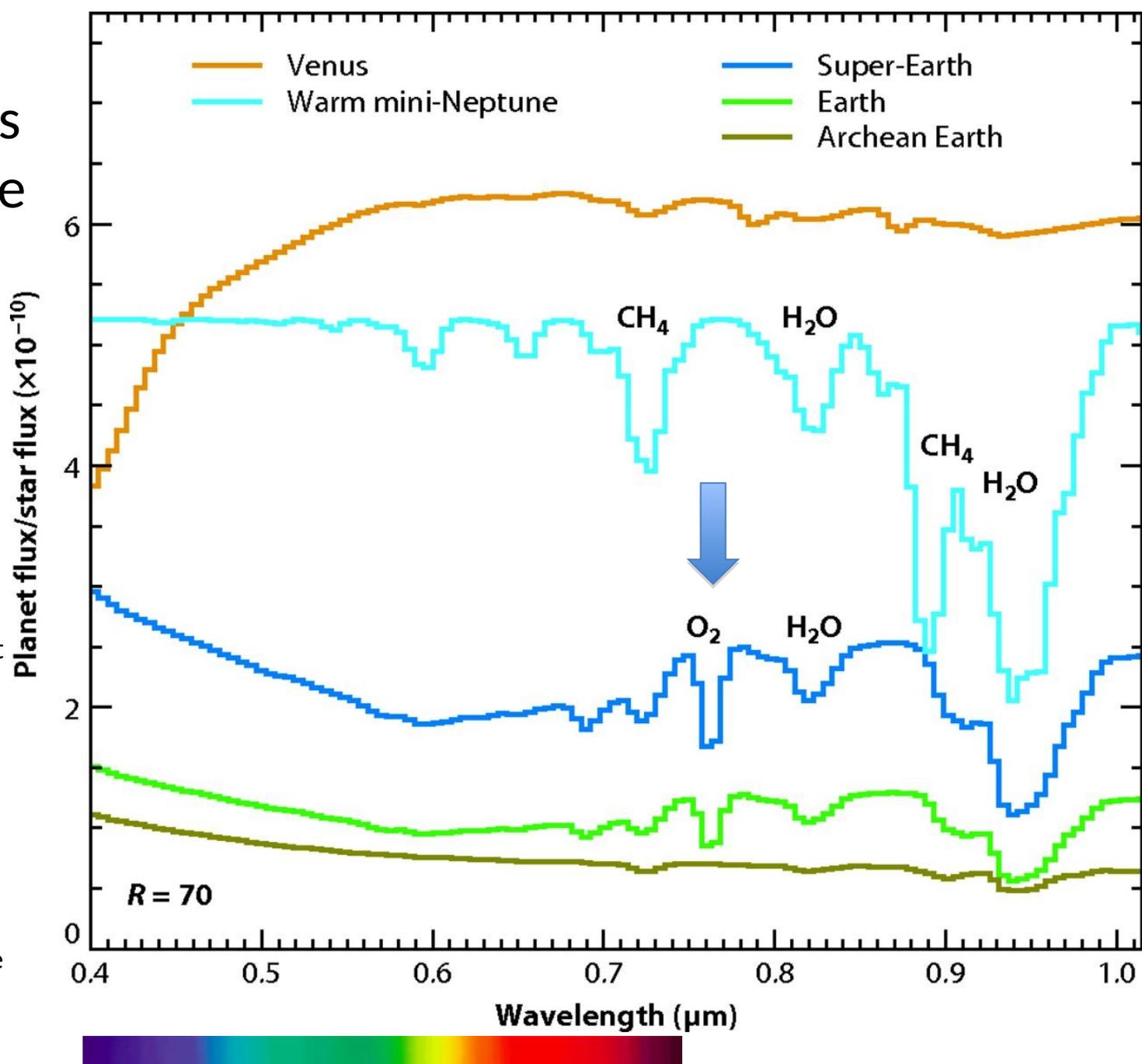


O₃: indicador de vida?

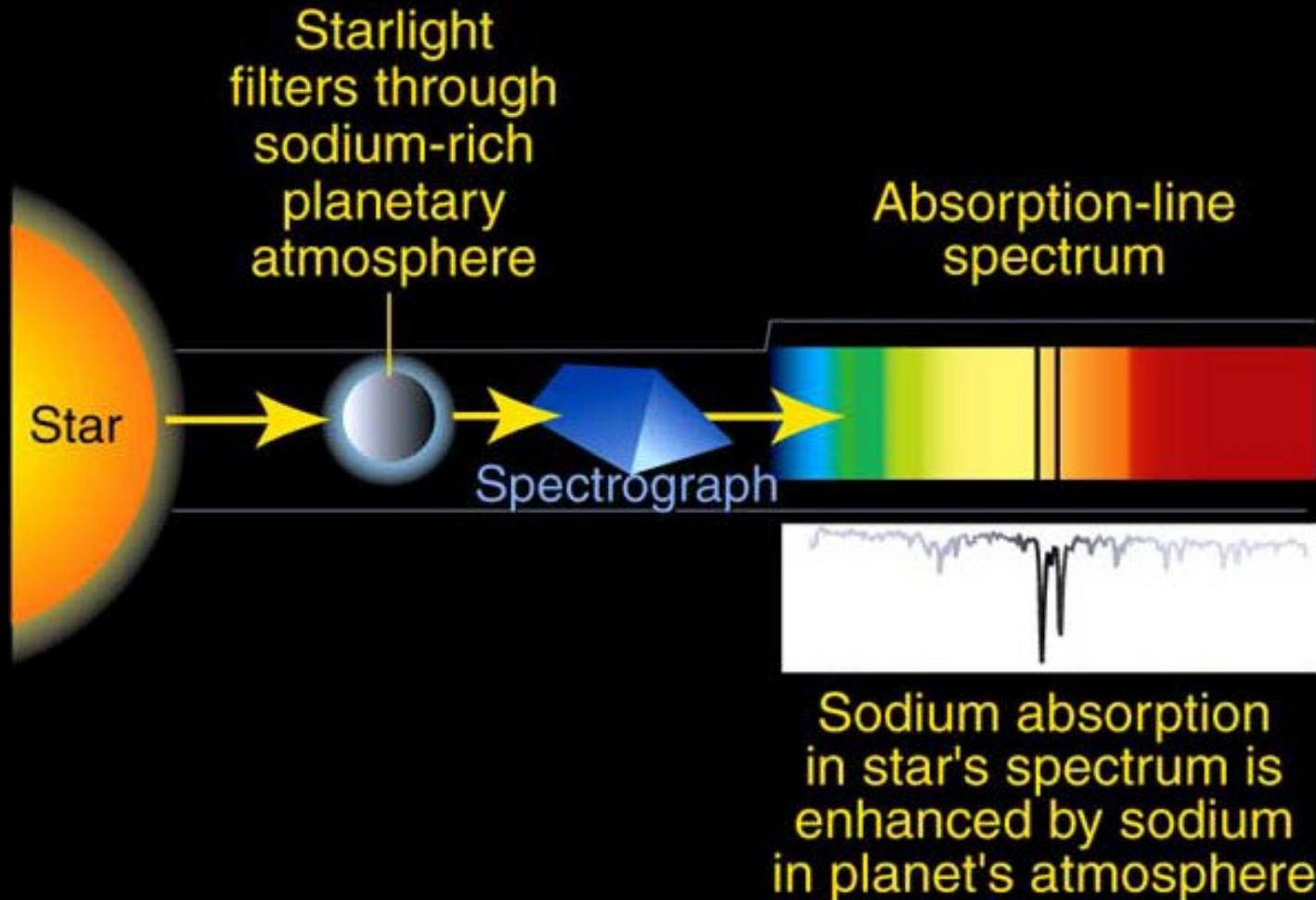
The infrared spectra of Venus, Earth, and Mars, as they might be seen from afar, showing absorption features that point to the presence of carbon dioxide (CO₂), ozone (O₃), and sulfuric acid (H₂SO₄) in their atmospheres. While carbon dioxide is present in all three spectra, only our own planet has appreciable oxygen (and hence ozone)—a product of photosynthesis. If we could make similar spectral analyses of distant planets, we might detect atmospheric gases that would indicate life.

Espectros simulados das atmosferas de planetas rochosos

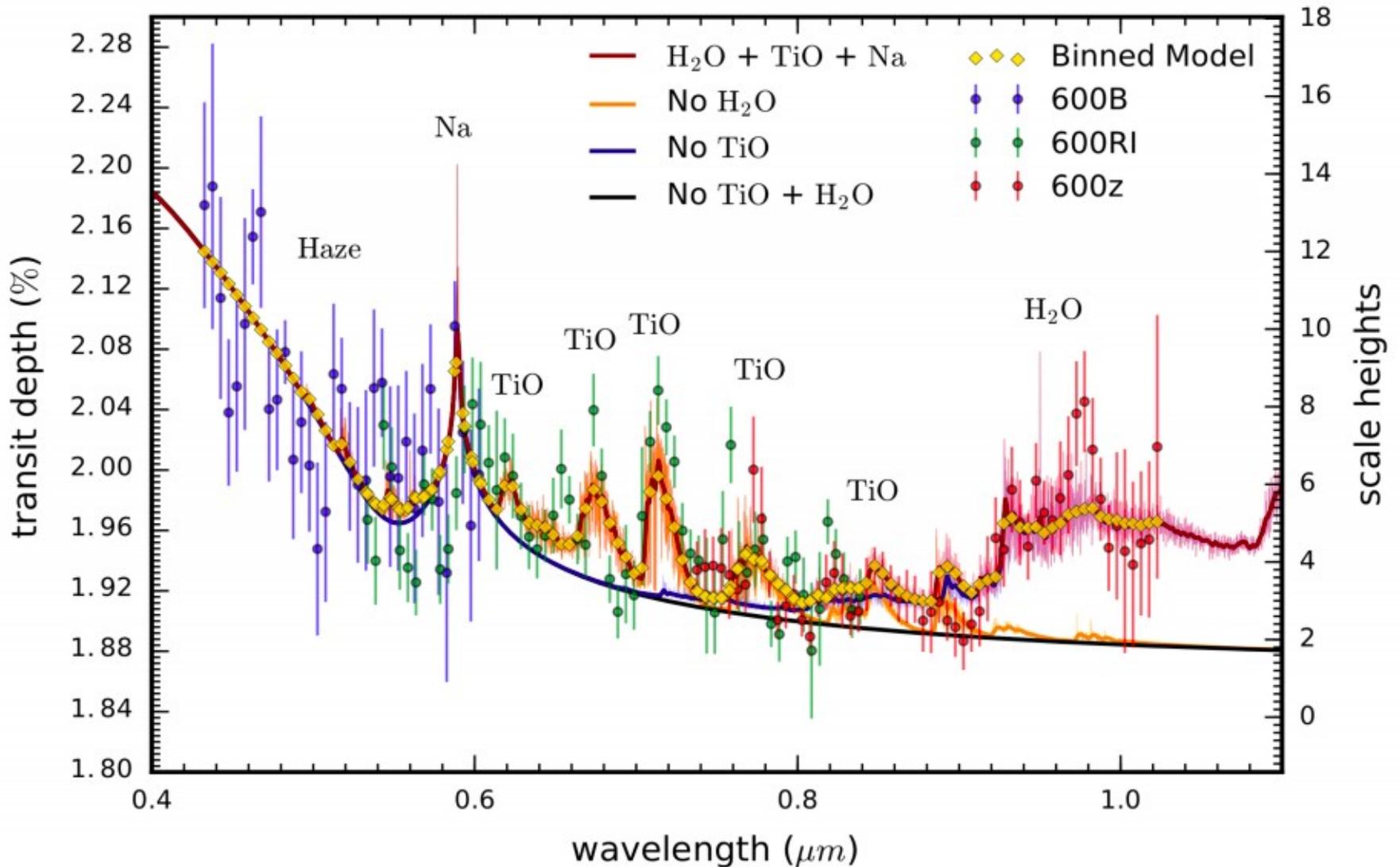
The Archean Earth spectrum is a model of the inhabited Earth before the rise of oxygen in its atmosphere (87). The sub-Neptune (“mini-Neptune”) model is a 2.5 R_{\oplus} Neptune-like planet at 2 AU from a solar-twin star (R. Hu, personal communication). The spectra have been convolved to $R = 70$ spectral resolution and binned with two pixels per resolution element (Nyquist sampling). Figure courtesy of A. Roberge.



Estamos começando a estudar a atmosfera de exoplanetas, planetas fora do Sistema Solar!



Na, TiO e H₂O na atmosfera de Júpiter quente



Sedaghati et al. 2017, usando dados do telescópio VLT @ESO



Astronomia USP Brasil

@AstroUSP

Seguindo



Na NASA, paraibana Raissa Estrela vai pesquisar planetas fora do Sistema Solar!



Na Nasa, paraibana vai pesquisar planetas fora do Sistema Solar

Raíssa Estrela começou a fazer ecologia, mas, após conhecer um professor, decidiu mudar de curso.

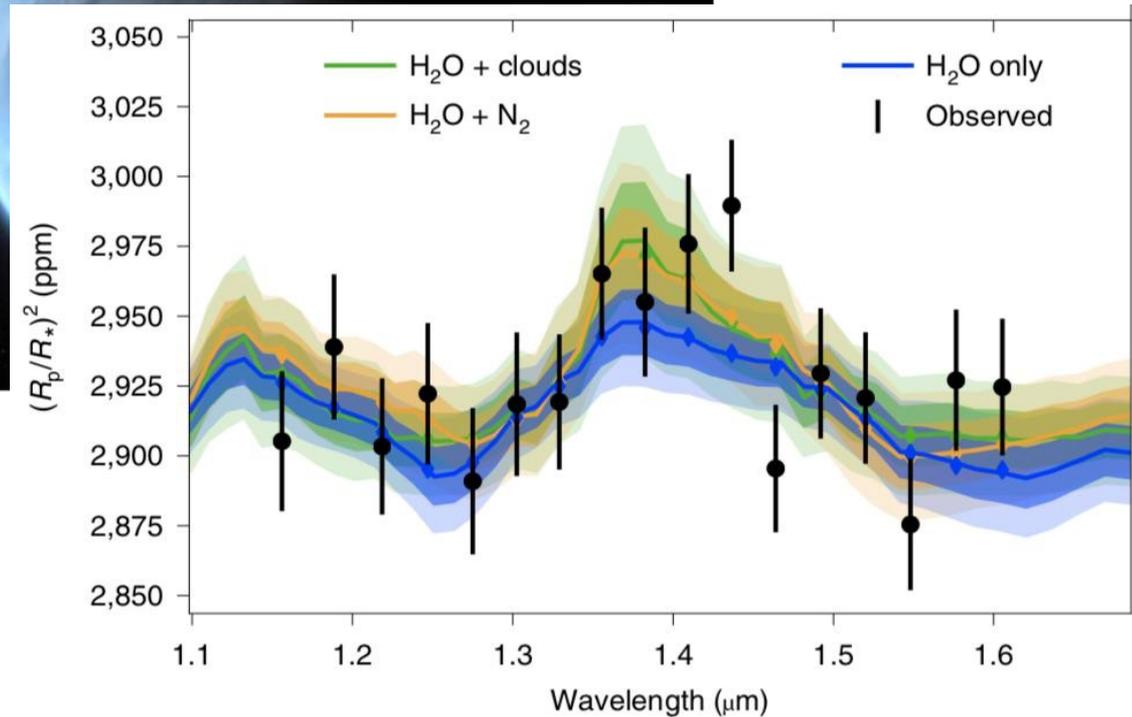
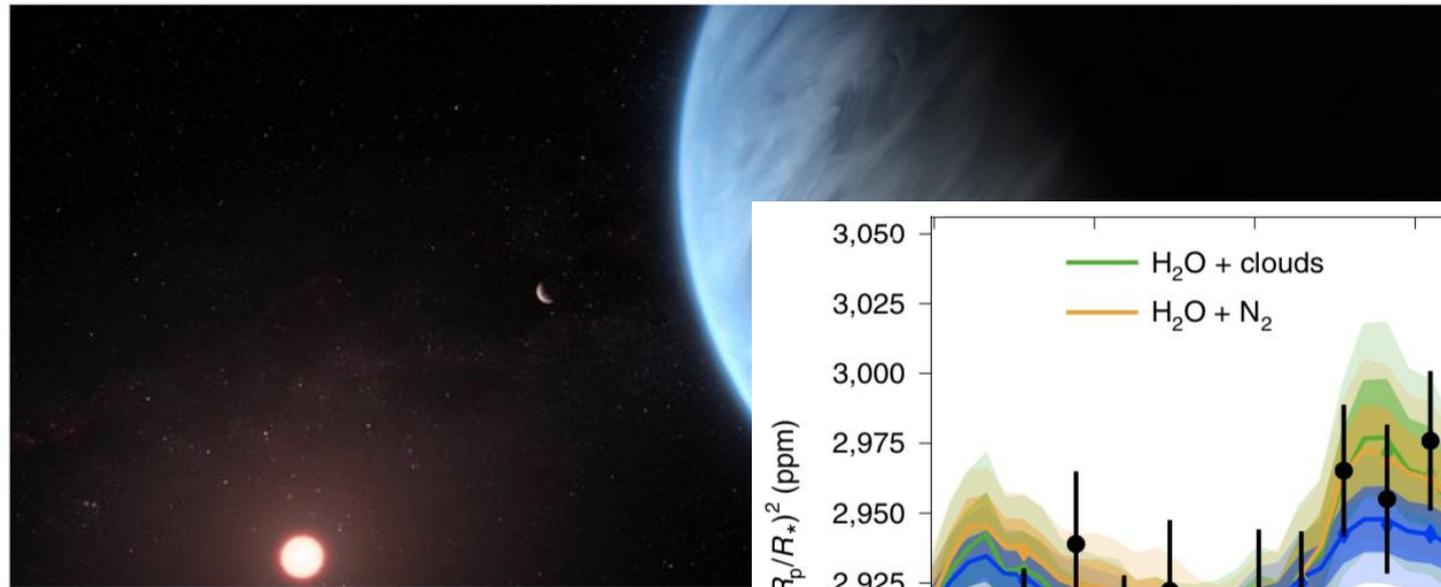
g1.globo.com

18:46 - 11 de ago de 2018

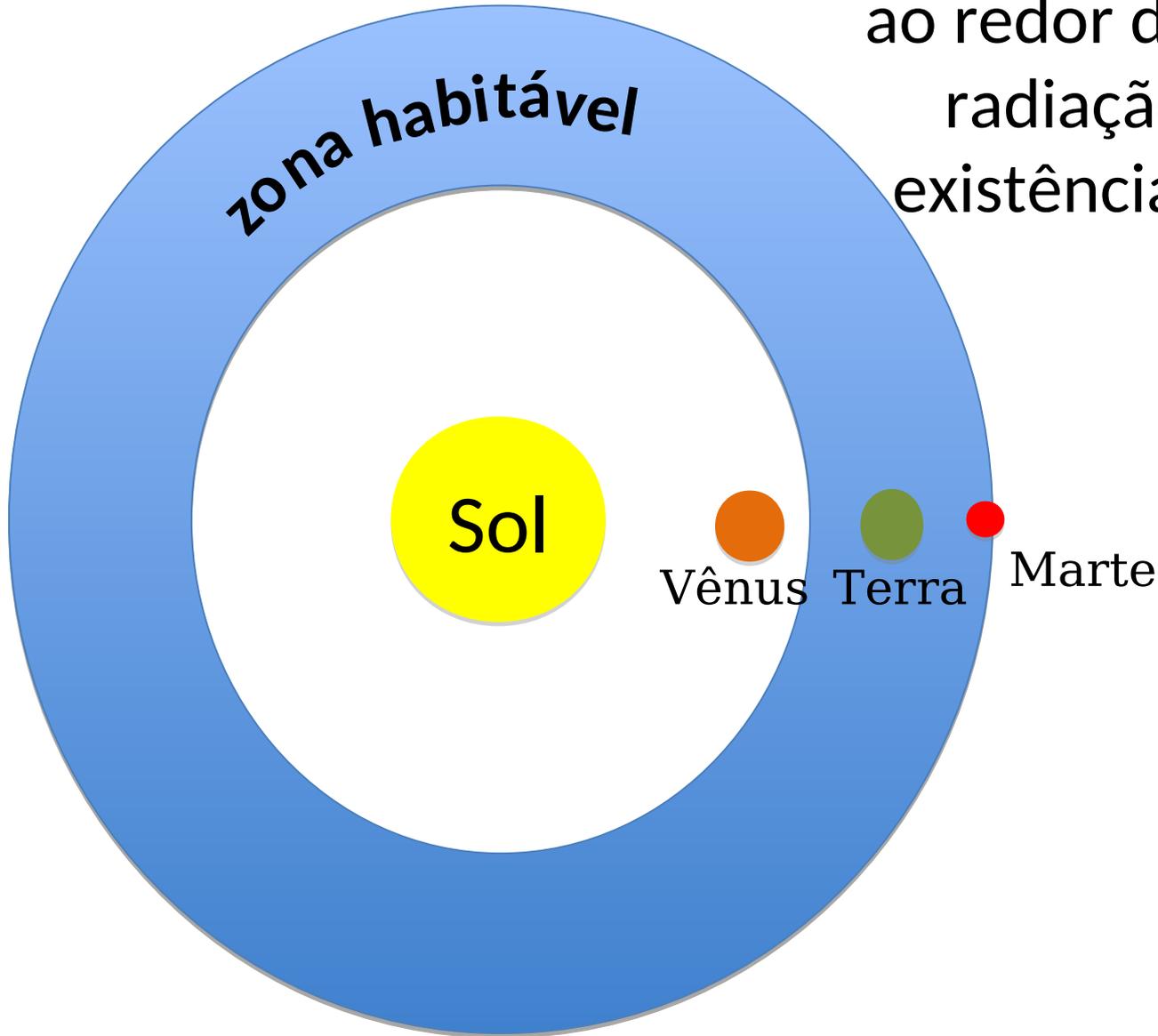
Astrônomos detectam vapor d'água em superterra na zona habitável de estrela fria, 11/set/2019

First Water Detected on Planet in the Habitable Zone

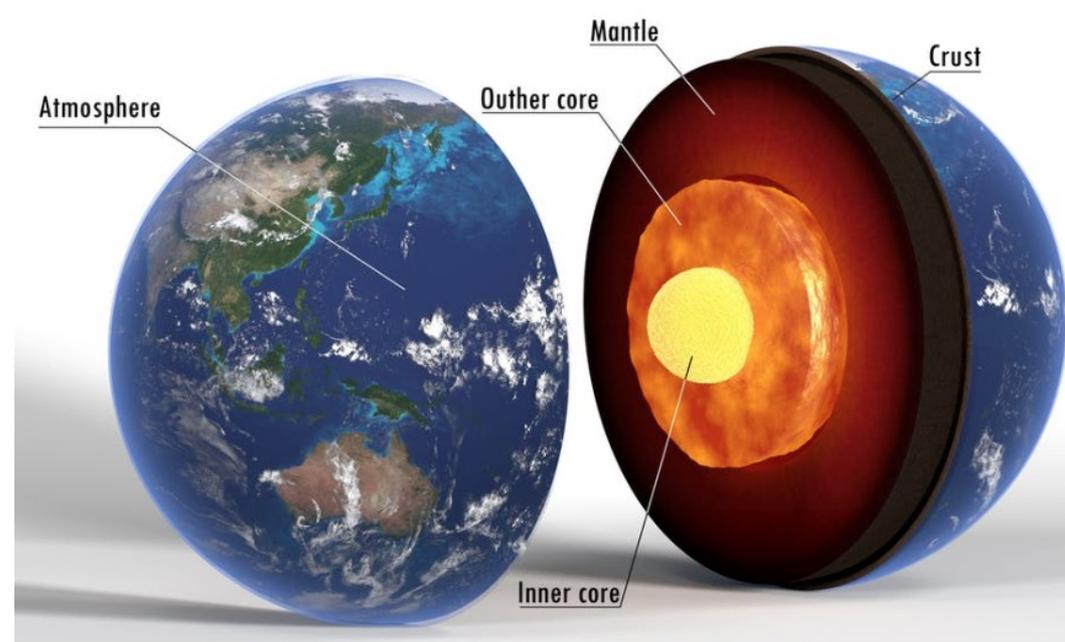
11 September 2019



A **zona habitável** é uma região ao redor da estrela onde a radiação dela permite a existência de **água líquida**

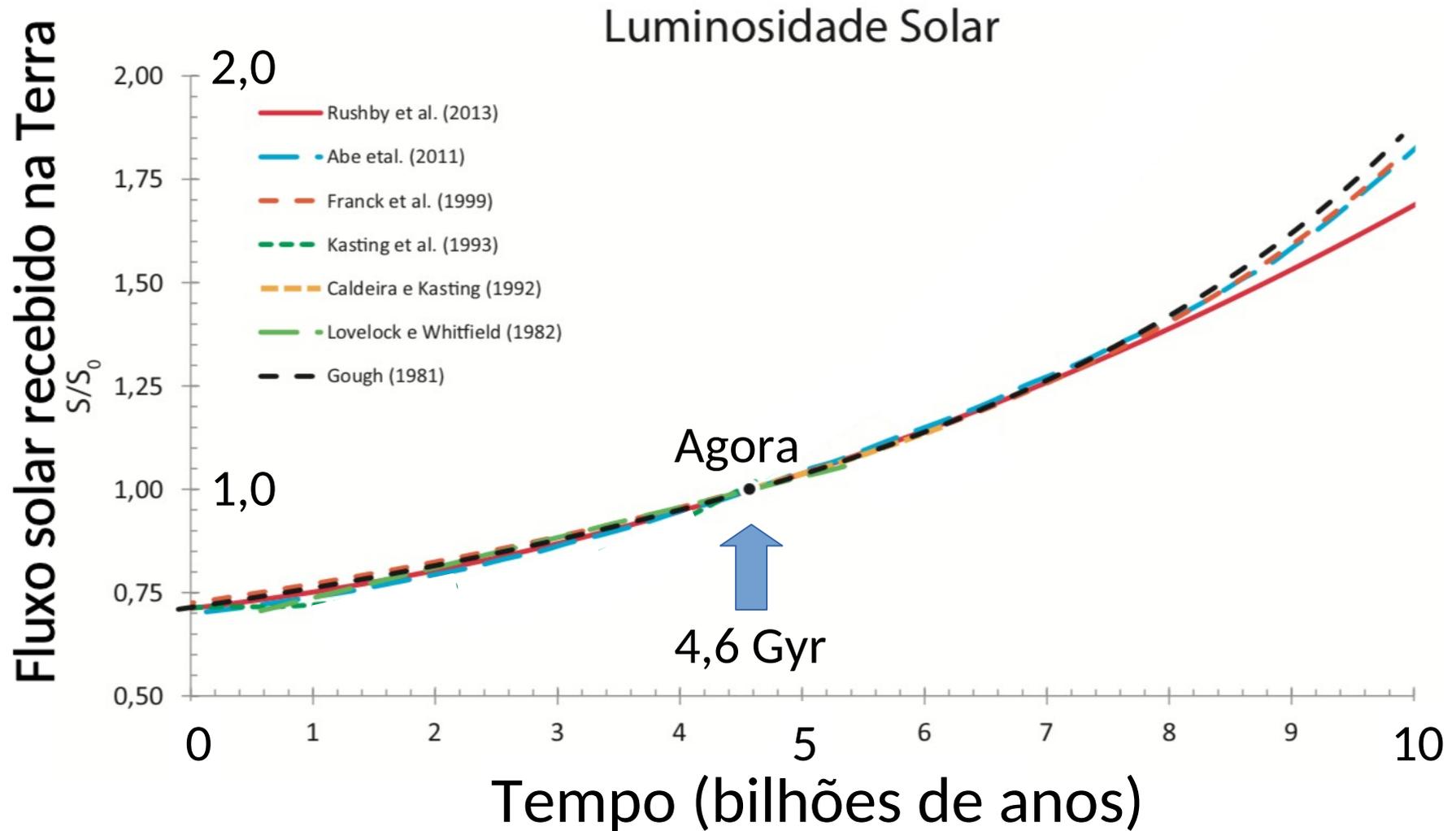


Para estimar a zona habitável (água) precisamos:



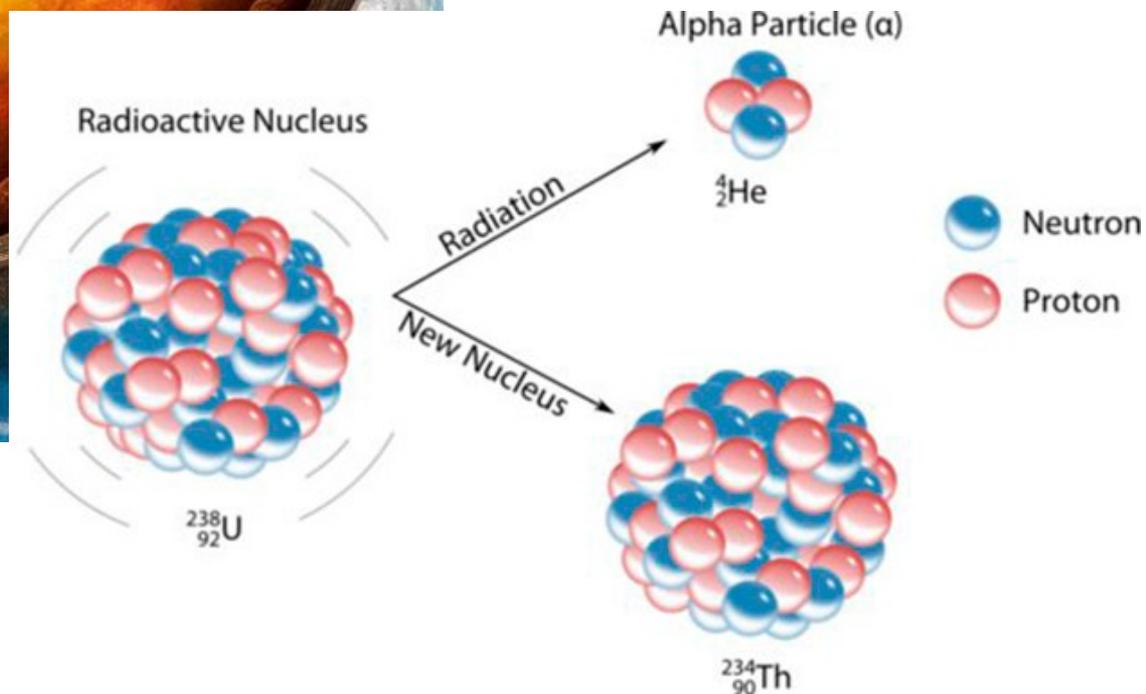
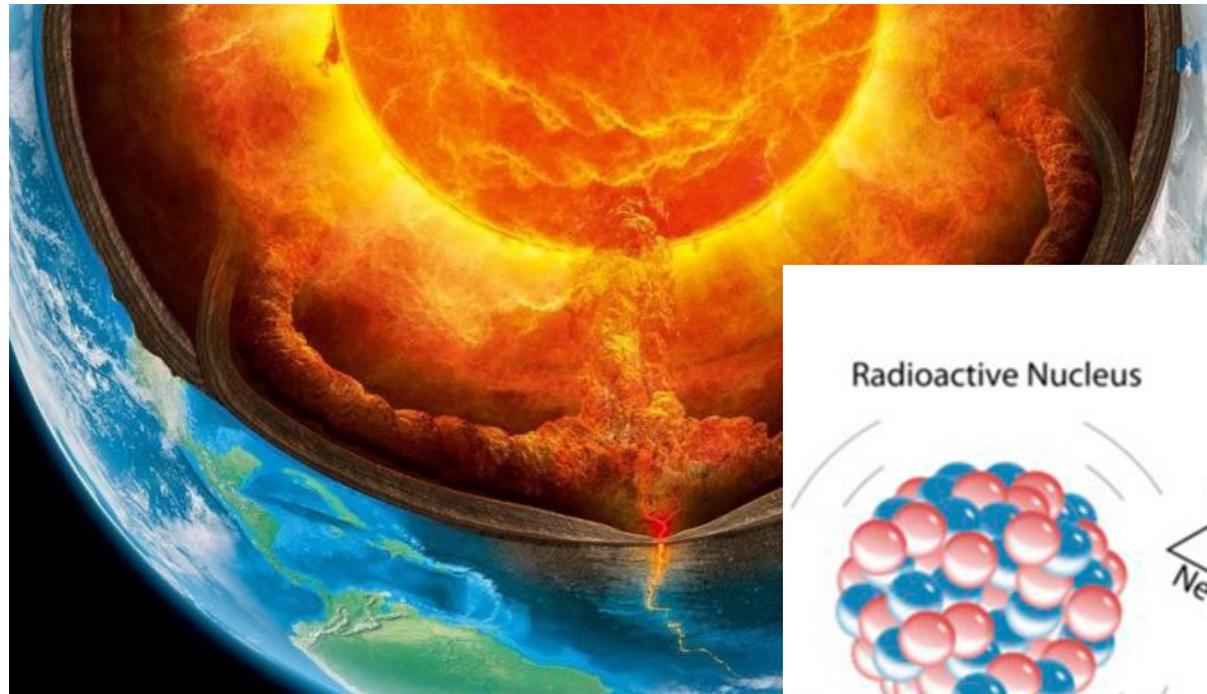
- Astronomia (evolução da luminosidade solar)
- Geofísica (evolução térmica, evolução do manto)
- Ciências Atmosféricas (modelo atmosférico)
- Biologia (influência biológica)

Evolução do fluxo solar recebido na Terra



Produção de energia radioativa do manto da Terra

$$H(t) = f_{rm} \left[\sum_i C_i h_i \times \exp \left(-\frac{t \times \ln(2)}{t_{1/2}^i} \right) \right] M_m$$

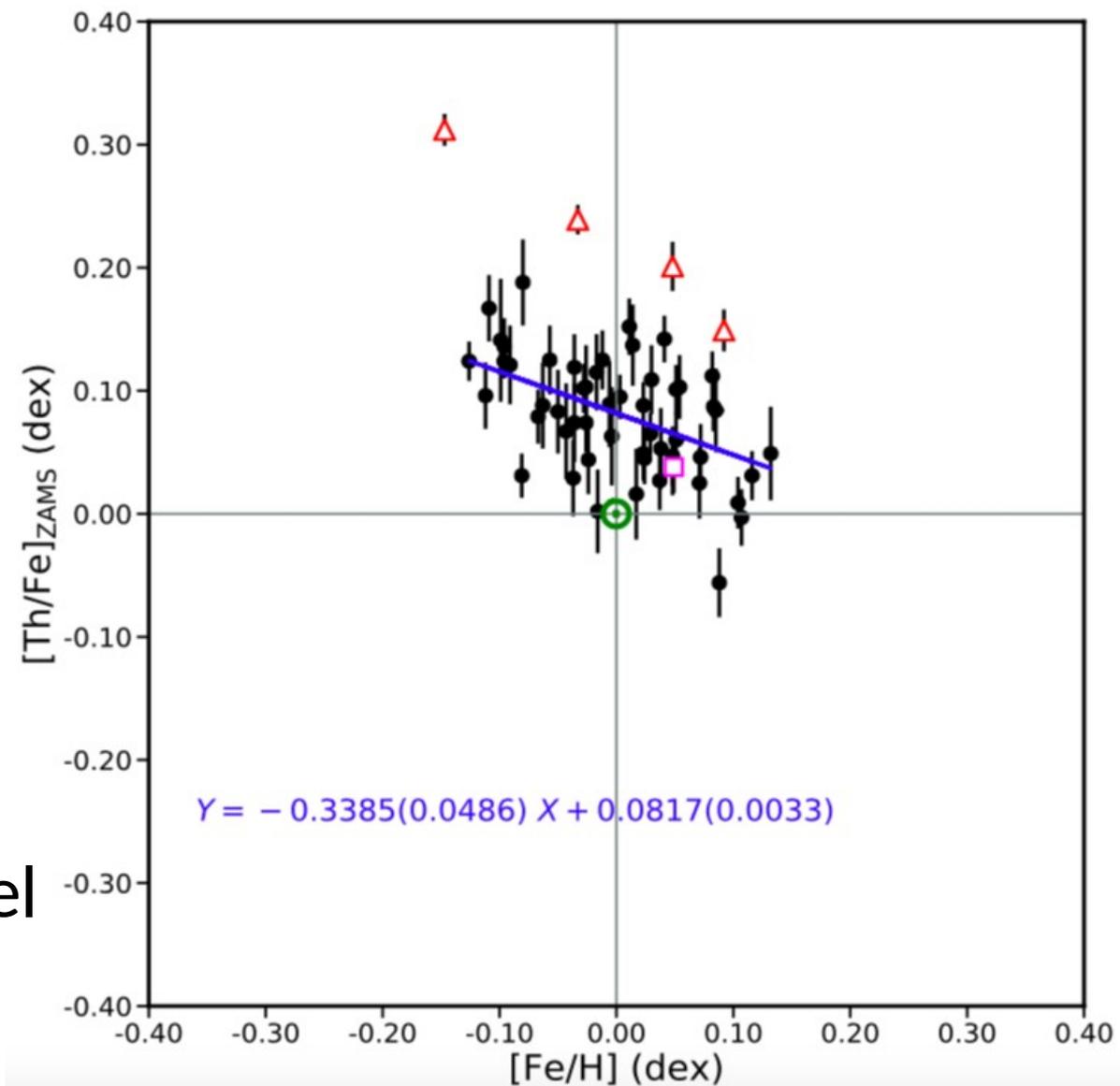


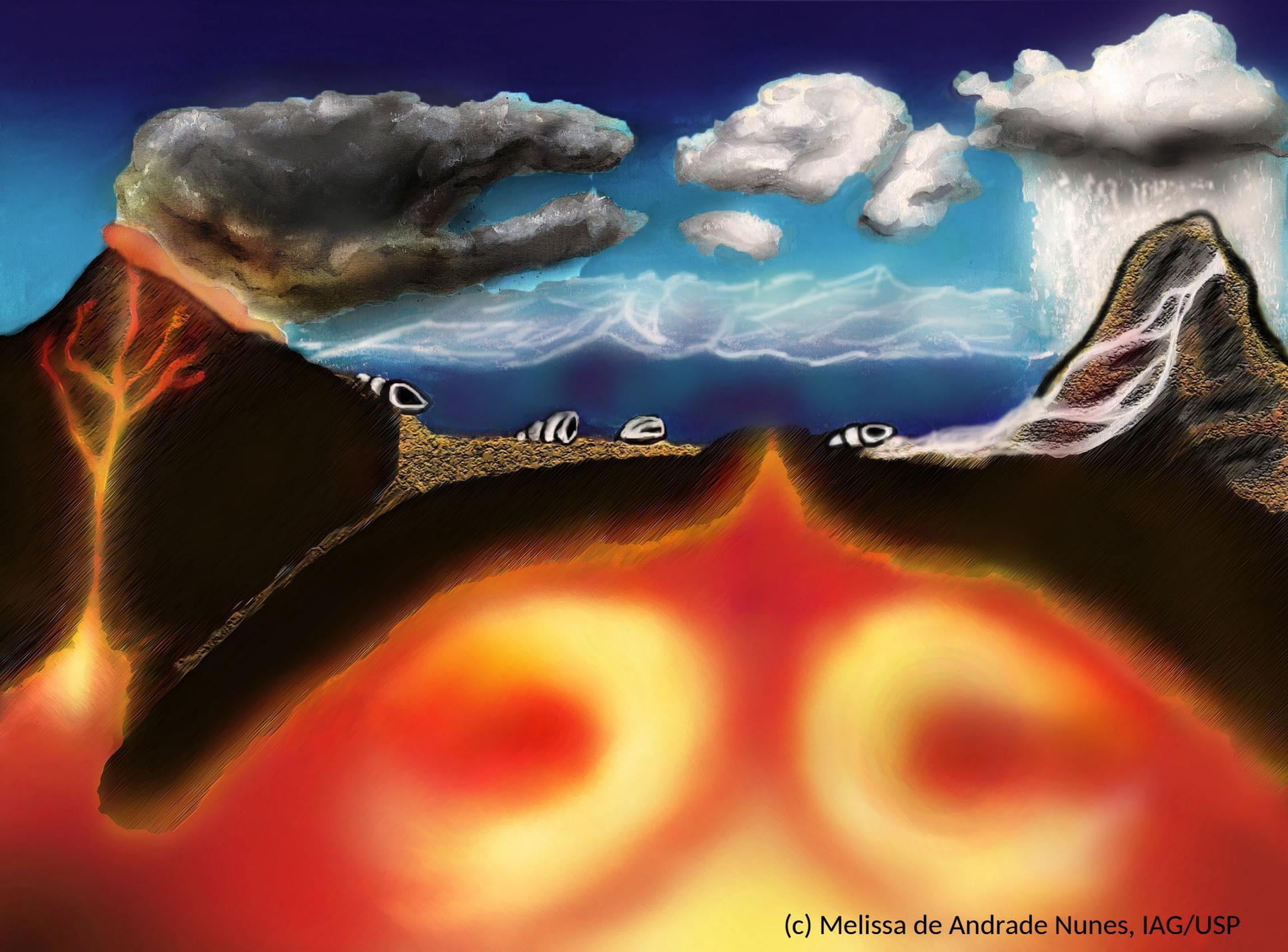
MNRAS **482**, 1690–1700 (2019)Botelho, Milone,
Meléndez et al. 2019;

Tório é abundante
na maioria das
estrelas do disco da
galáxia.

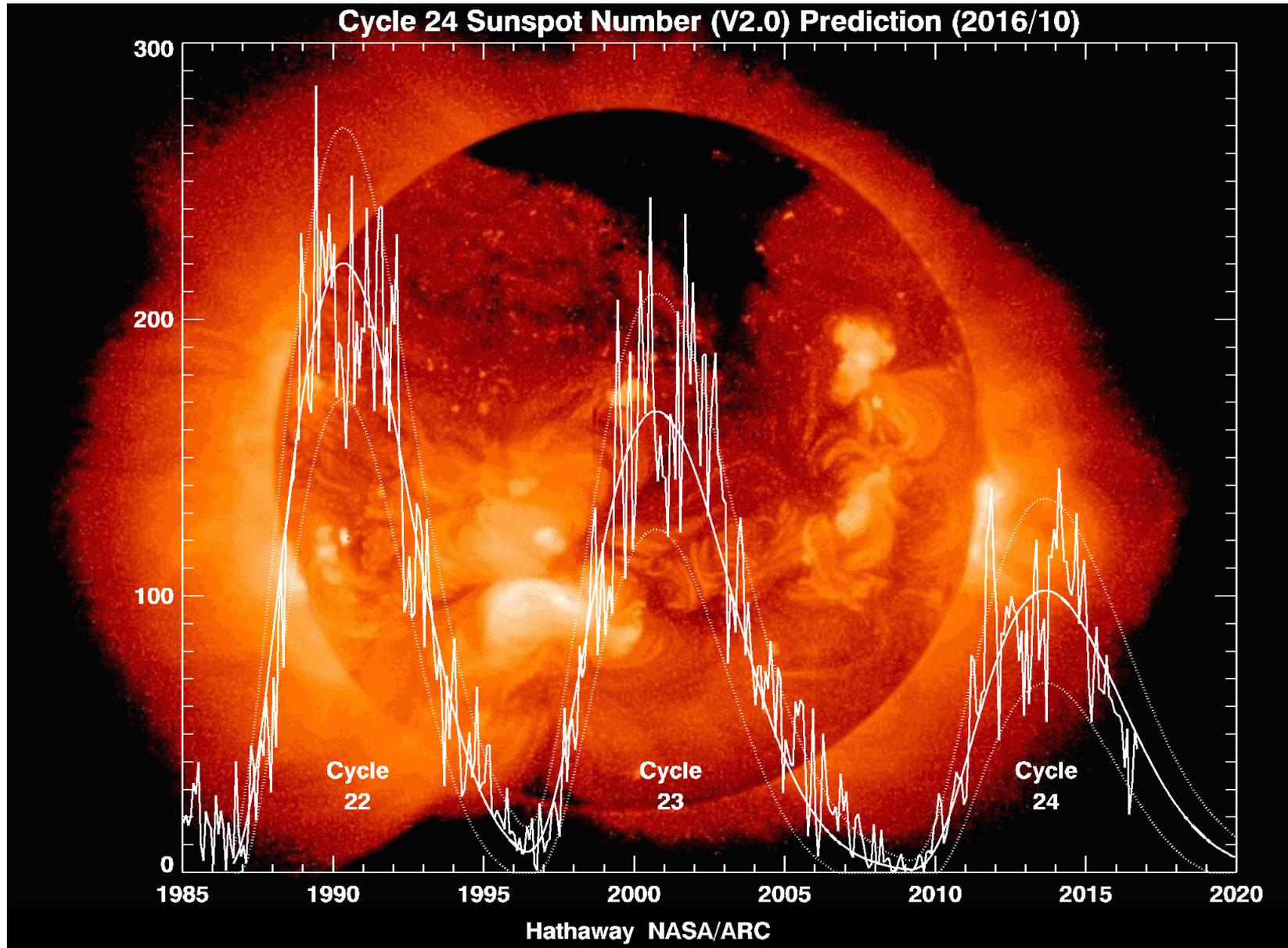
→ Energia disponível
pelo decaimento
radioativo para

convecção do manto e o tectonismo em exoplanetas rochosos

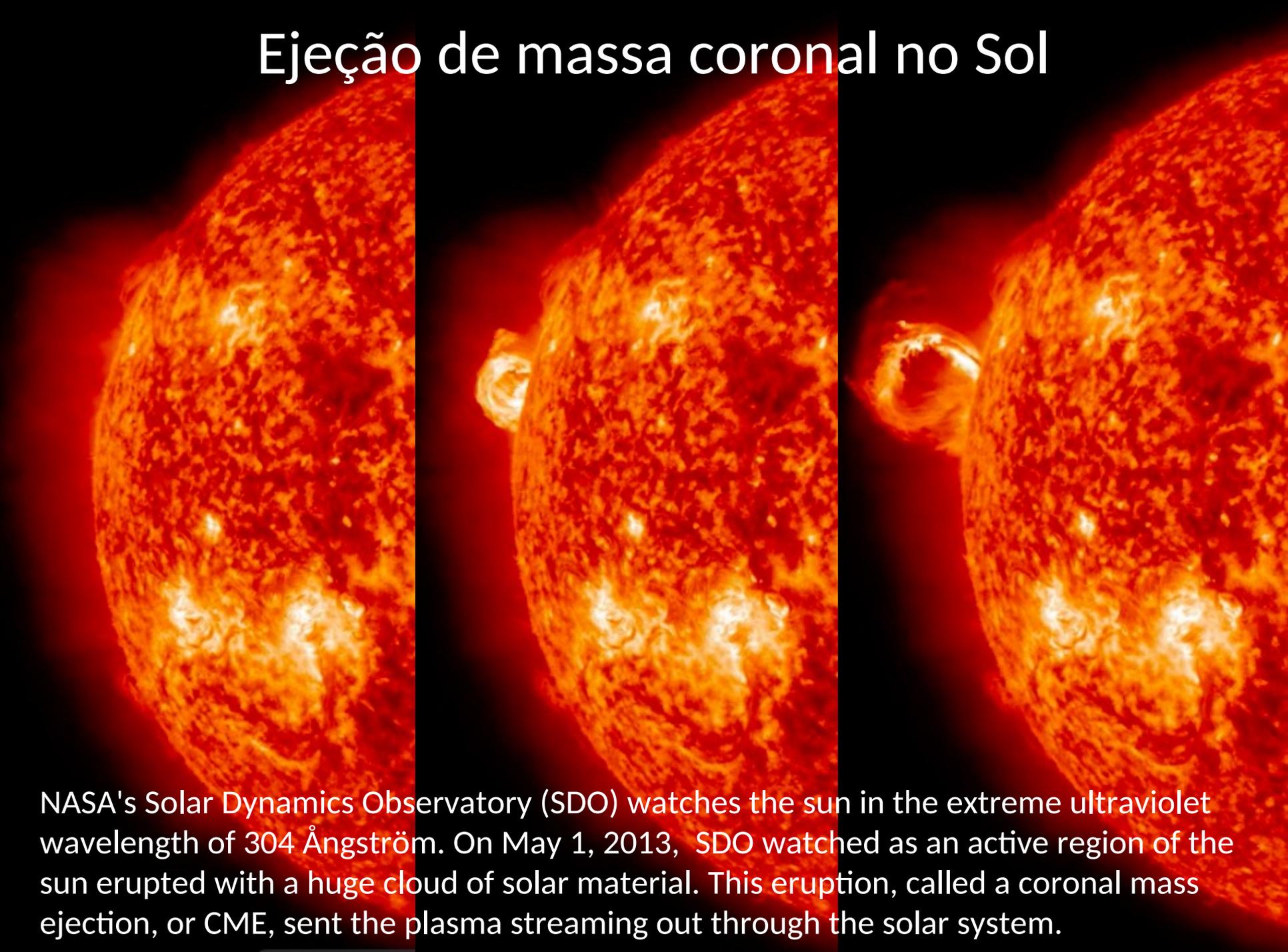




Condições de habitabilidade além da água

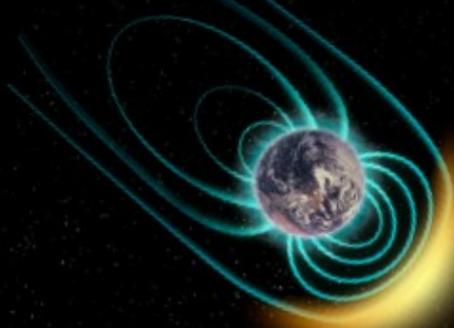


Ejeção de massa coronal no Sol

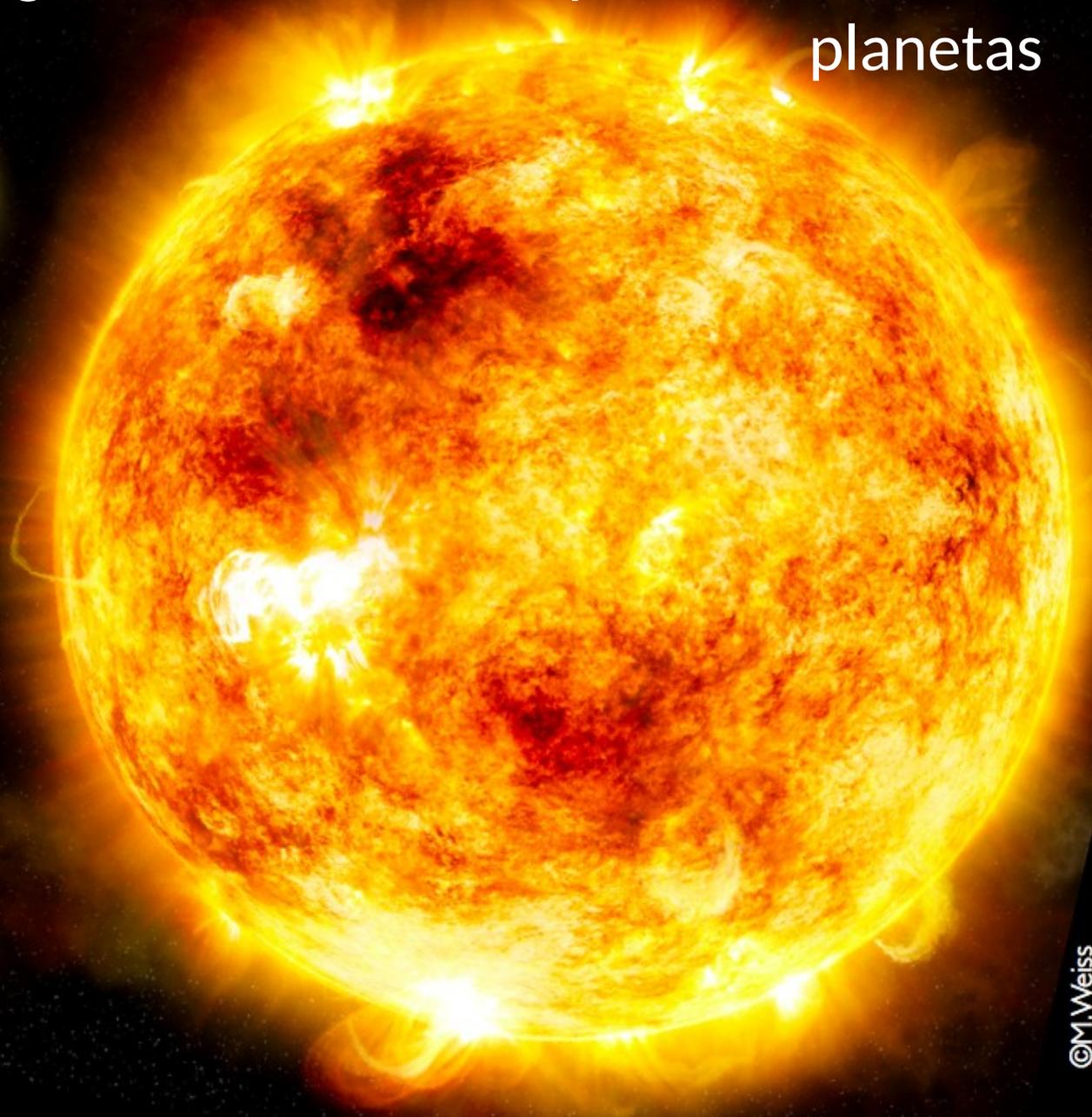
The image consists of three vertical panels showing the Sun's surface in extreme ultraviolet light. The Sun's surface is covered in a complex, granular pattern of bright and dark regions. In the first panel on the left, a small, bright, circular feature is visible on the left side of the Sun. In the middle panel, this feature has grown significantly, appearing as a large, bright, circular structure with a dark center, surrounded by a bright, glowing ring. In the third panel on the right, the structure has expanded further, now appearing as a large, bright, circular structure with a dark center, surrounded by a bright, glowing ring, and a large, bright, glowing cloud of solar material is streaming out from the top of the structure.

NASA's Solar Dynamics Observatory (SDO) watches the sun in the extreme ultraviolet wavelength of 304 Ångström. On May 1, 2013, SDO watched as an active region of the sun erupted with a huge cloud of solar material. This eruption, called a coronal mass ejection, or CME, sent the plasma streaming out through the solar system.

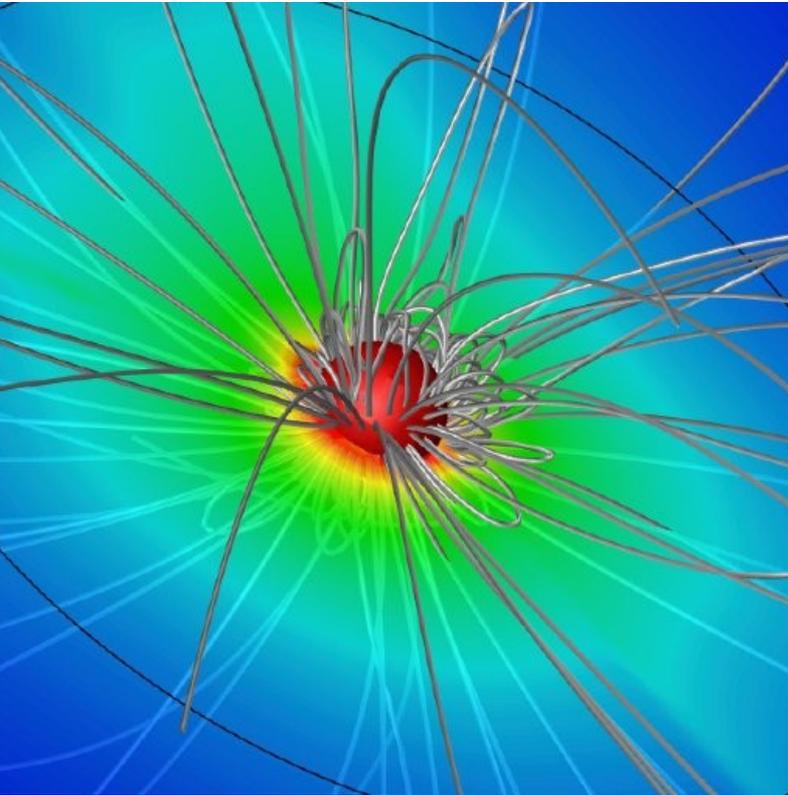
A atividade magnética das estrelas pode afetar seus planetas



Stellar magnetic activity and their effects on planets



Aline Vidotto



Planets around other Suns:
how stars can affect their exoplanets

Aline Vidotto



Aline Vidotto

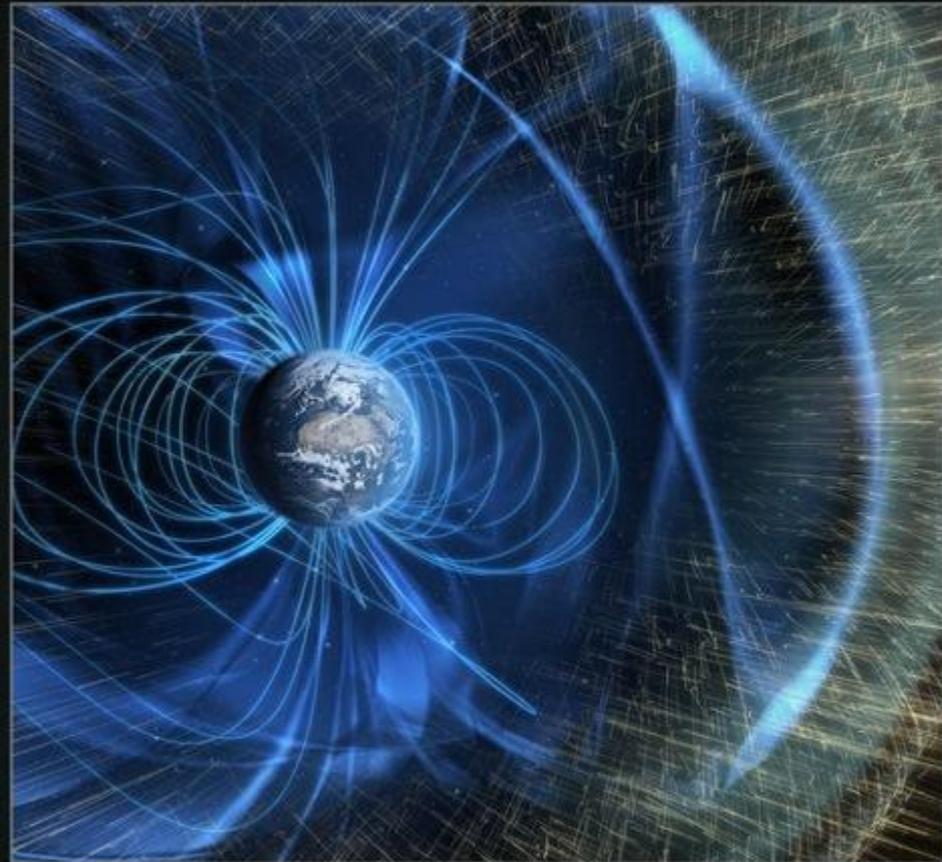
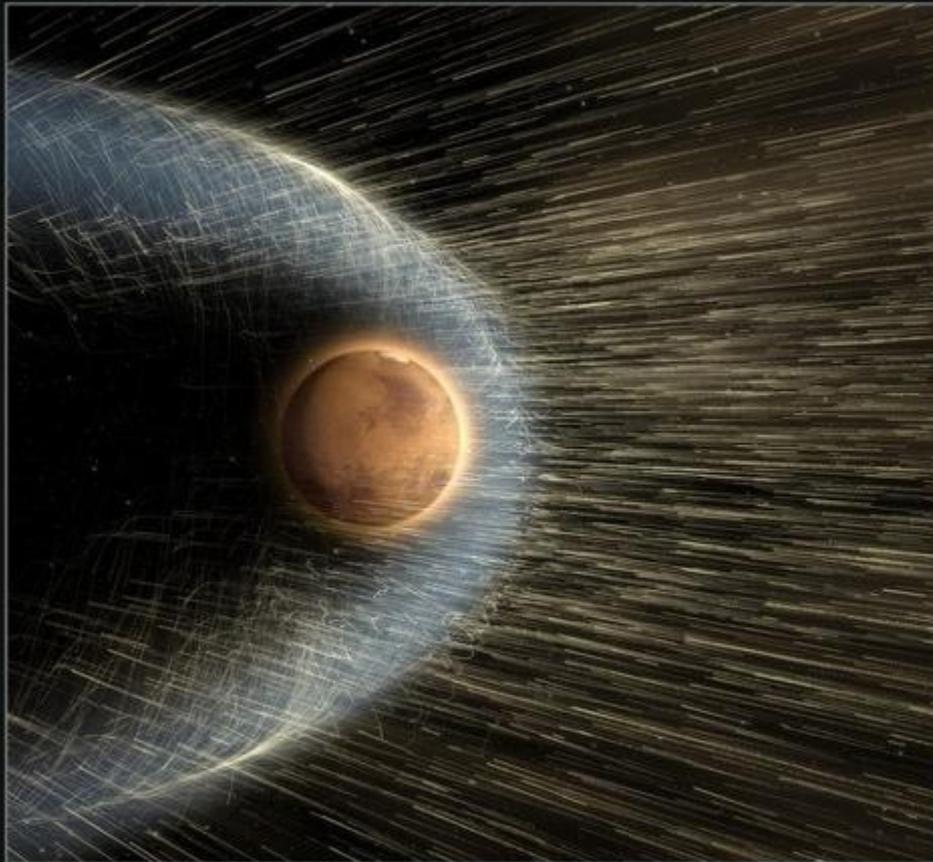


A Profa. Aline Vidotto (Trinity College Dublin) é uma das principais especialistas na física da interação entre estrelas e planetas. Ela fez doutorado no IAG/USP

Marte é adequado para a vida?



Marte perdeu a maior parte de sua atmosfera
(devido à sua baixa massa, mas também devido
ao vento solar)



POR CESAR BAIMA

22/2/2017

CIÊNCIA

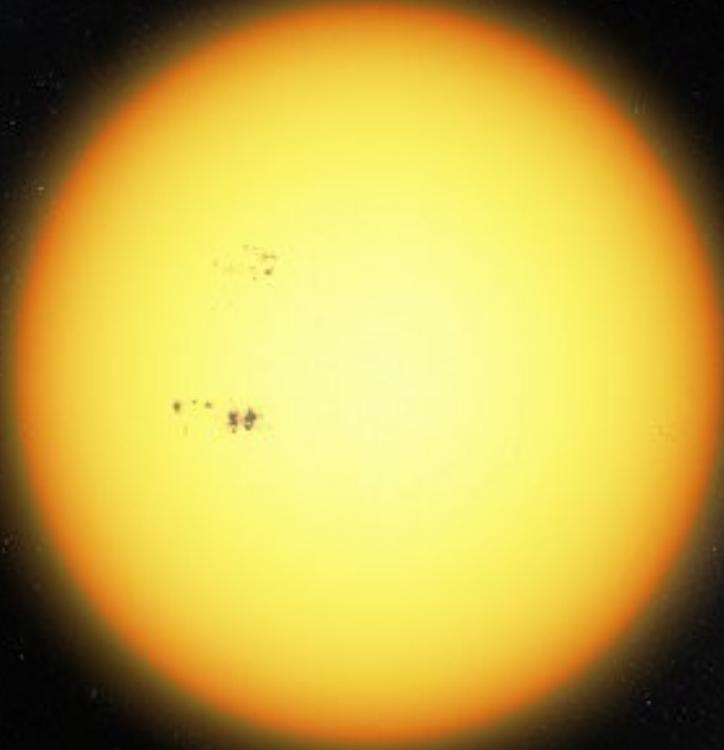
Trappist-1

DESCOBERTO SISTEMA COM SETE PLANETAS SIMILARES À TERRA

Objetos orbitam estrela anã a distâncias que permitiram existência de água em estado líquido na sua superfície, condição para abrigar vida como conhecemos



12% do raio do Sol
8% da massa do Sol

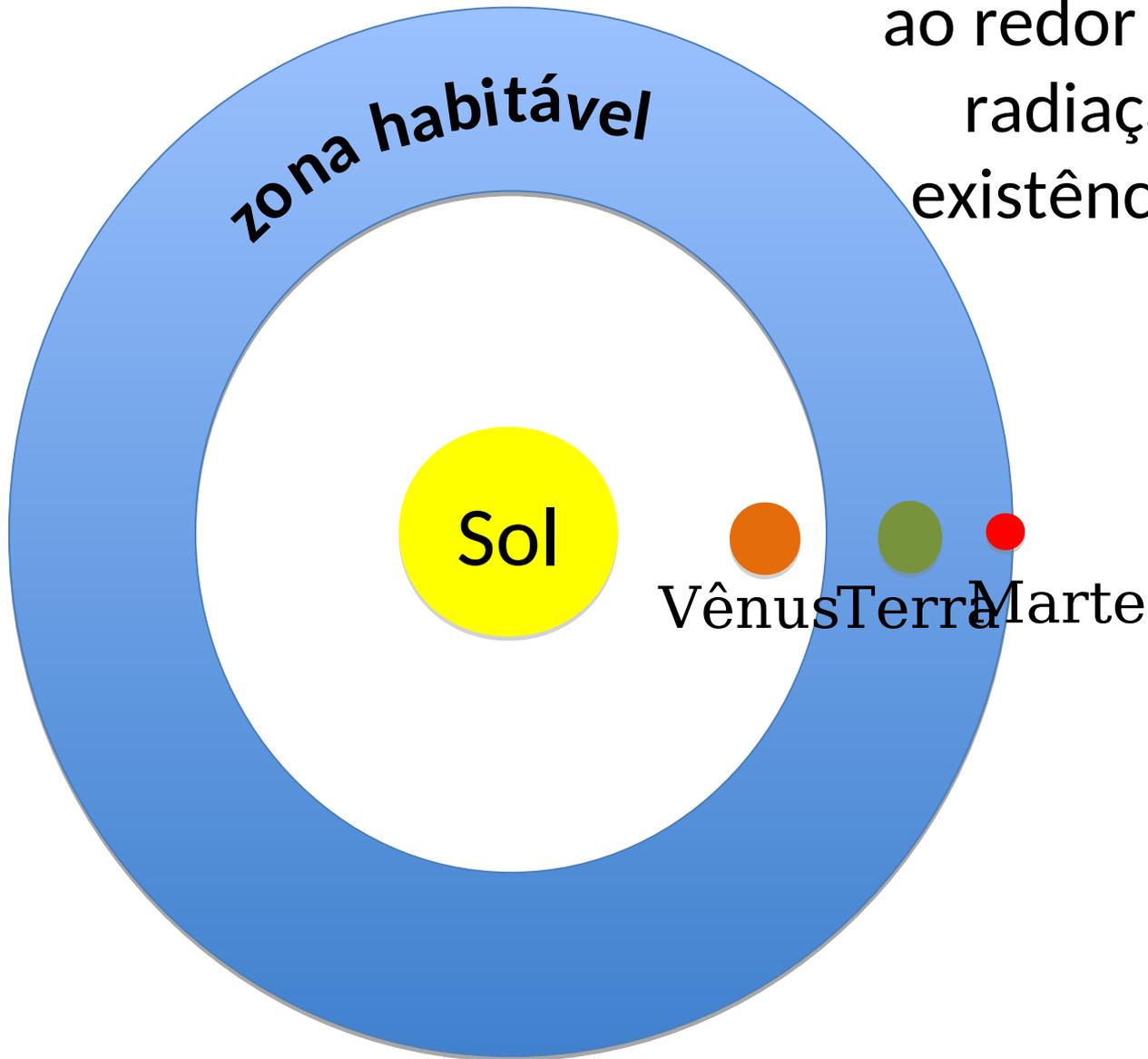


Sun

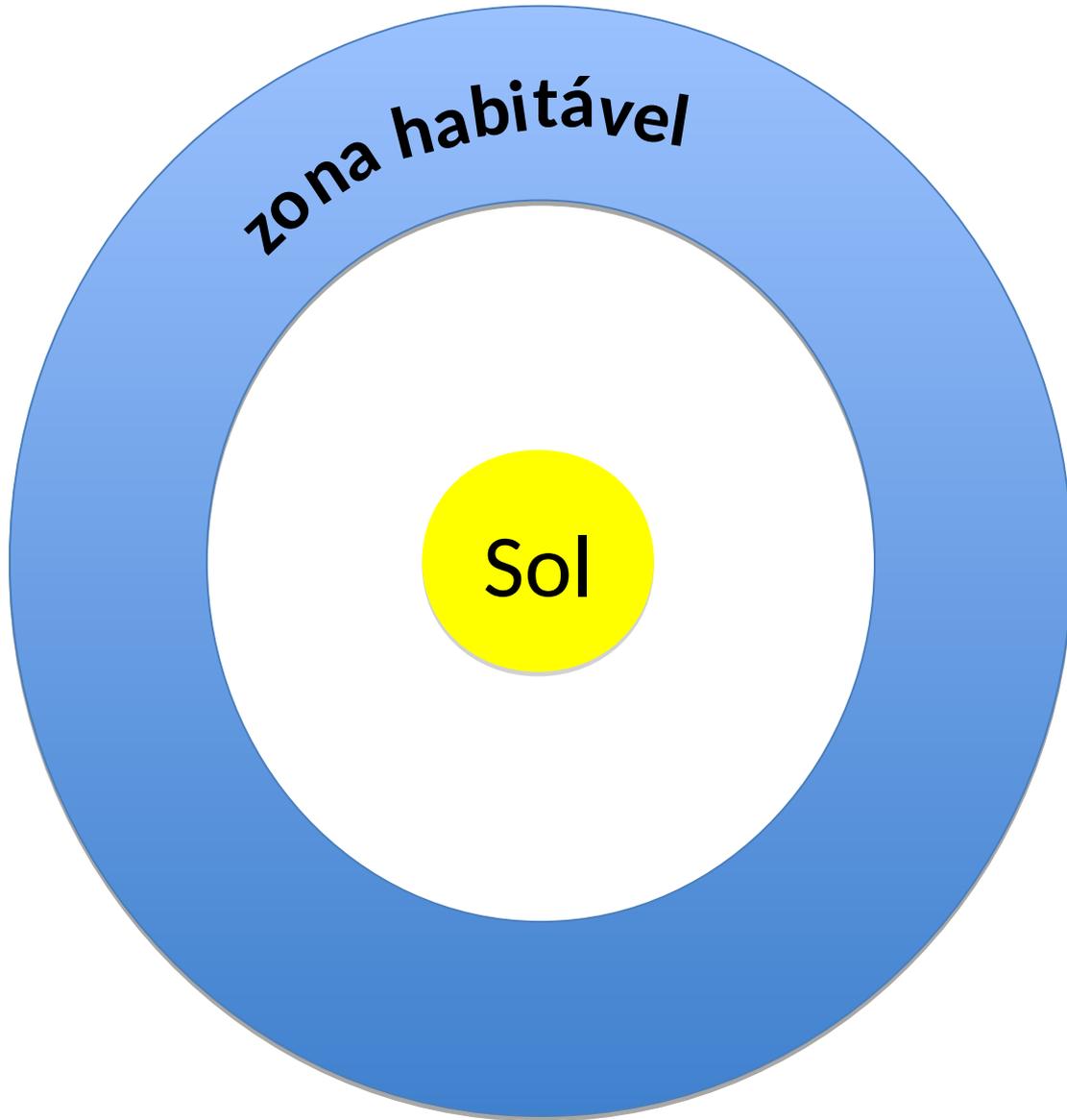


TRAPPIST-1

A **zona habitável** é uma região
ao redor da estrela onde a
radiação dela permite a
existência de **água líquida**

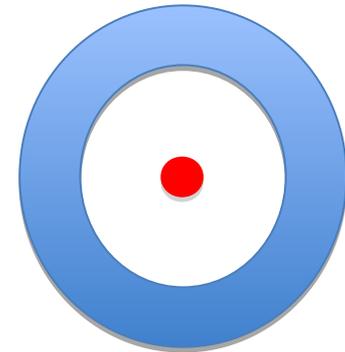


Sistema Solar



Estrelas menores tem
uma zona habitável
menor

Trappist-1



POR **CESAR BAIMA**

22/02/2017

CIÊNCIA

DESCOBERTO SISTEMA COM SETE PLANETAS SIMILARES À TERRA

Objetos orbitam estrela anã a distâncias que permitiram existência de água em estado líquido na sua superfície, condição para abrigar vida como conhecemos



Spitzer



Trappist + outros
VLT telescópio
s



Sun

Mercury

Venus

Mars

TRAPPIST-1

Earth



Problema: planetas muito próximos

Jupiter



Io

Europa

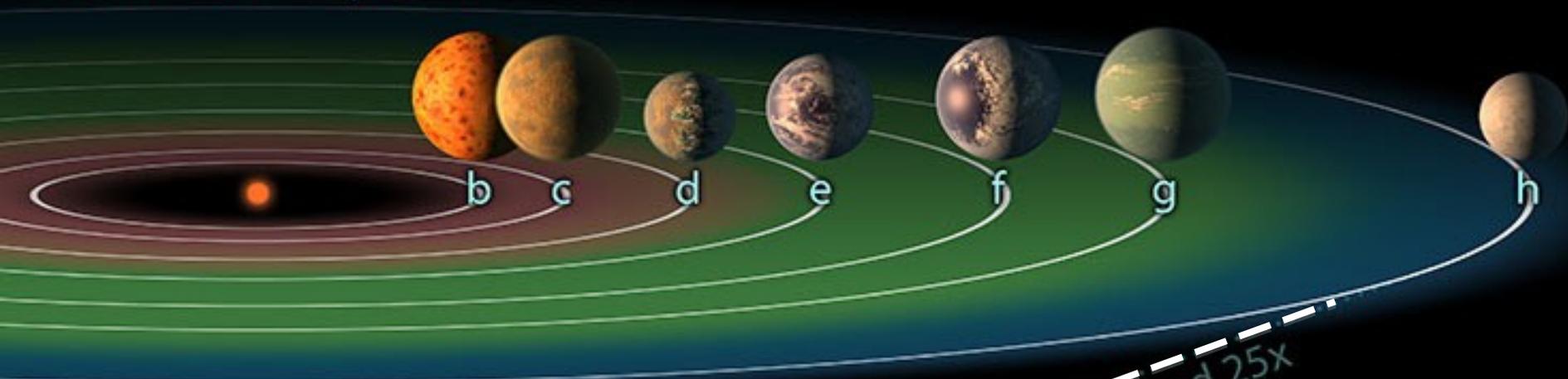
Callisto

Ganymede

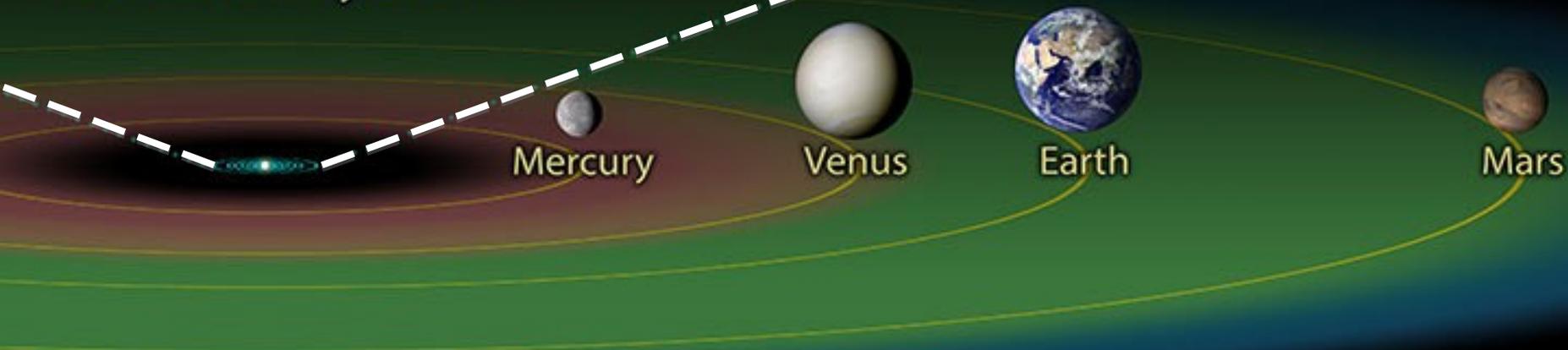


Problema: planetas muito próximos

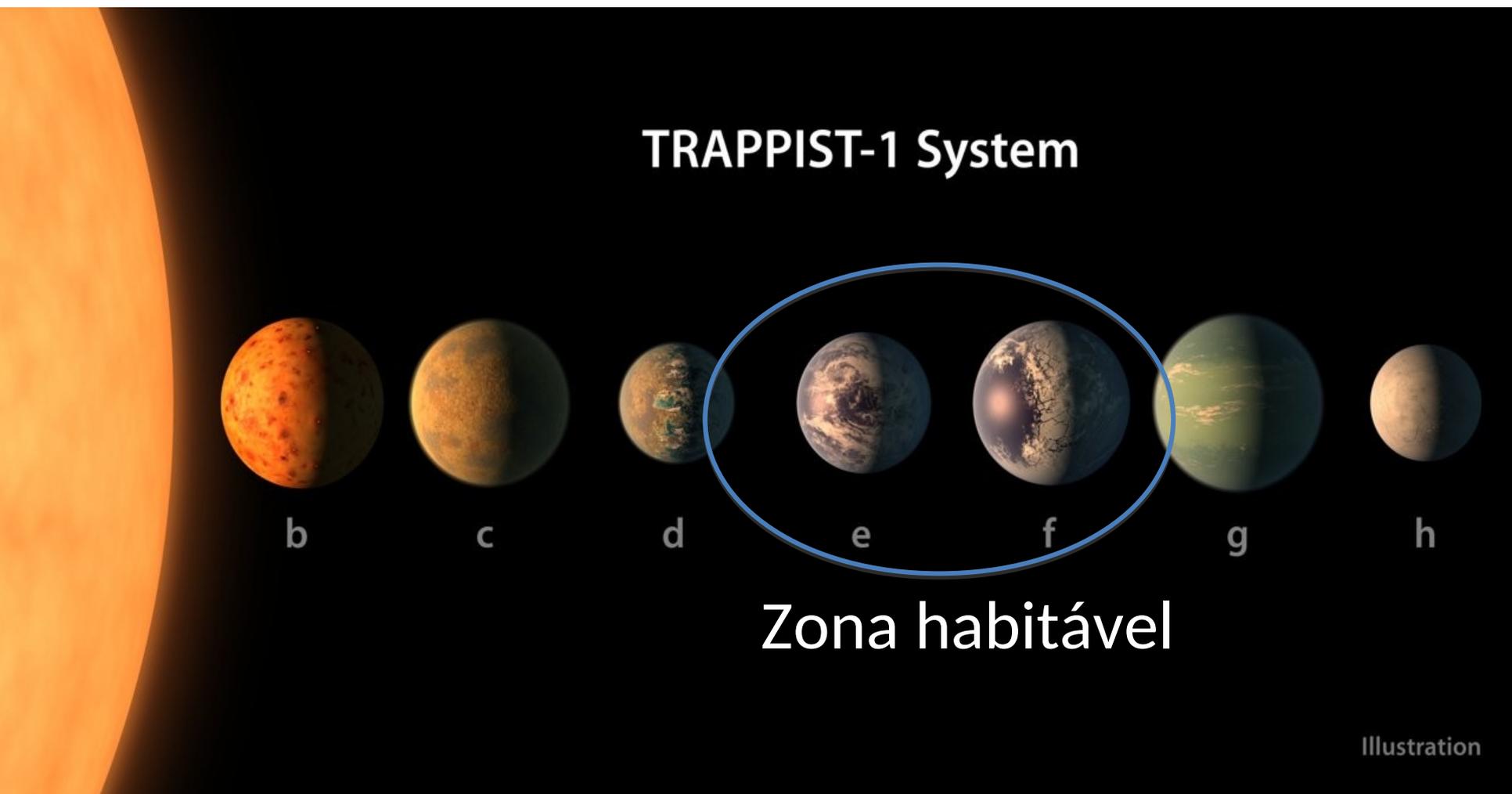
TRAPPIST-1 System



Inner Solar System



Afetados por forças de maré, planetas de Trappist-1 apresentam sempre a mesma face à estrela → forte contraste de temperatura

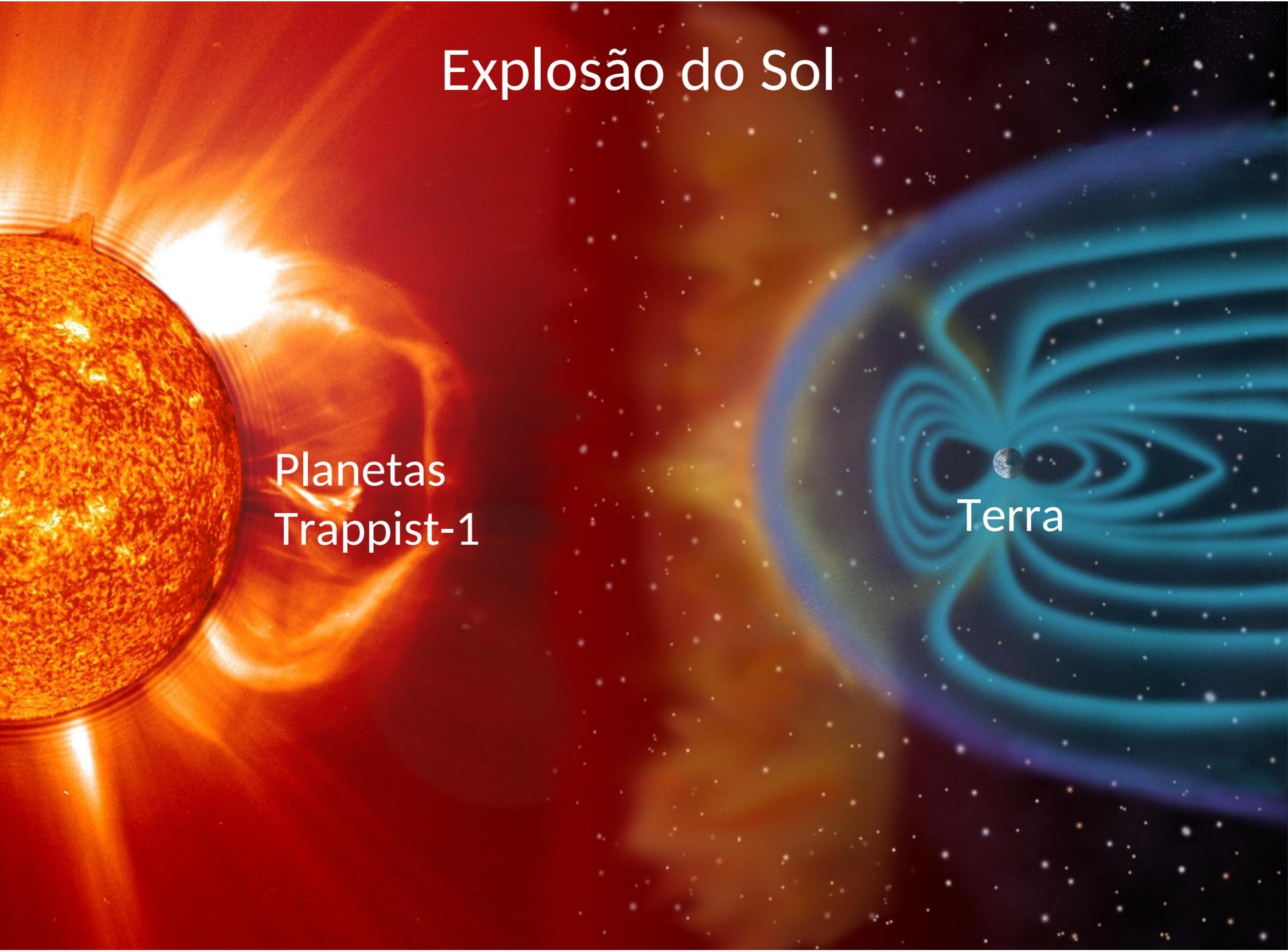


Illustration

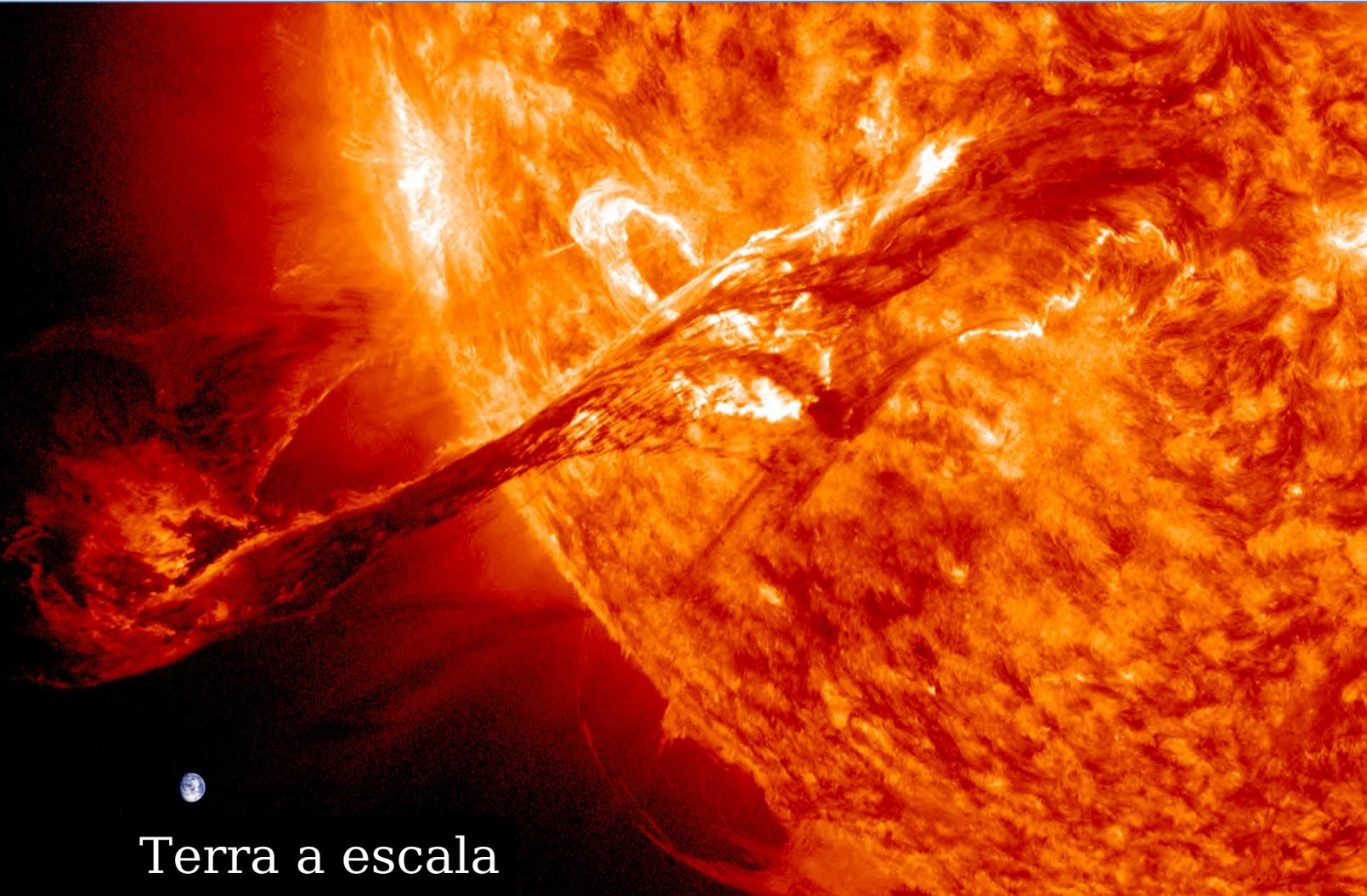
Explosão do Sol

Planetas
Trappist-1

Terra



Trappist-1 tem super explosões, 100 X maiores que no Sol



Terra a escala

Sol no 31/8/2012

Conclusão: poucas chances para a vida em planetas da Trappist-1

TRAPPIST-1 System



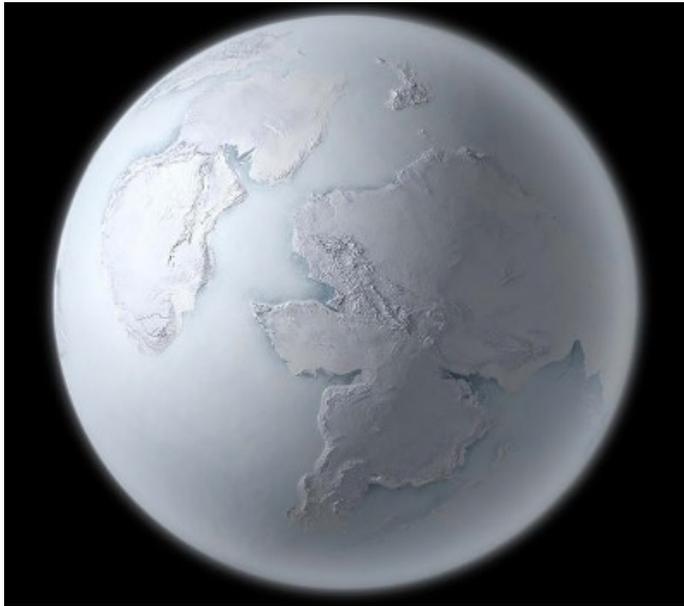
Outros fatores que podem afetar a vida: asteroides



Asteróides
podem
afetar a
evolução da
vida, como
aconteceu
na extinção
dos
dinossauros



Como a evolução do Sol + clima na Terra (e na vida) afeta a habitabilidade?

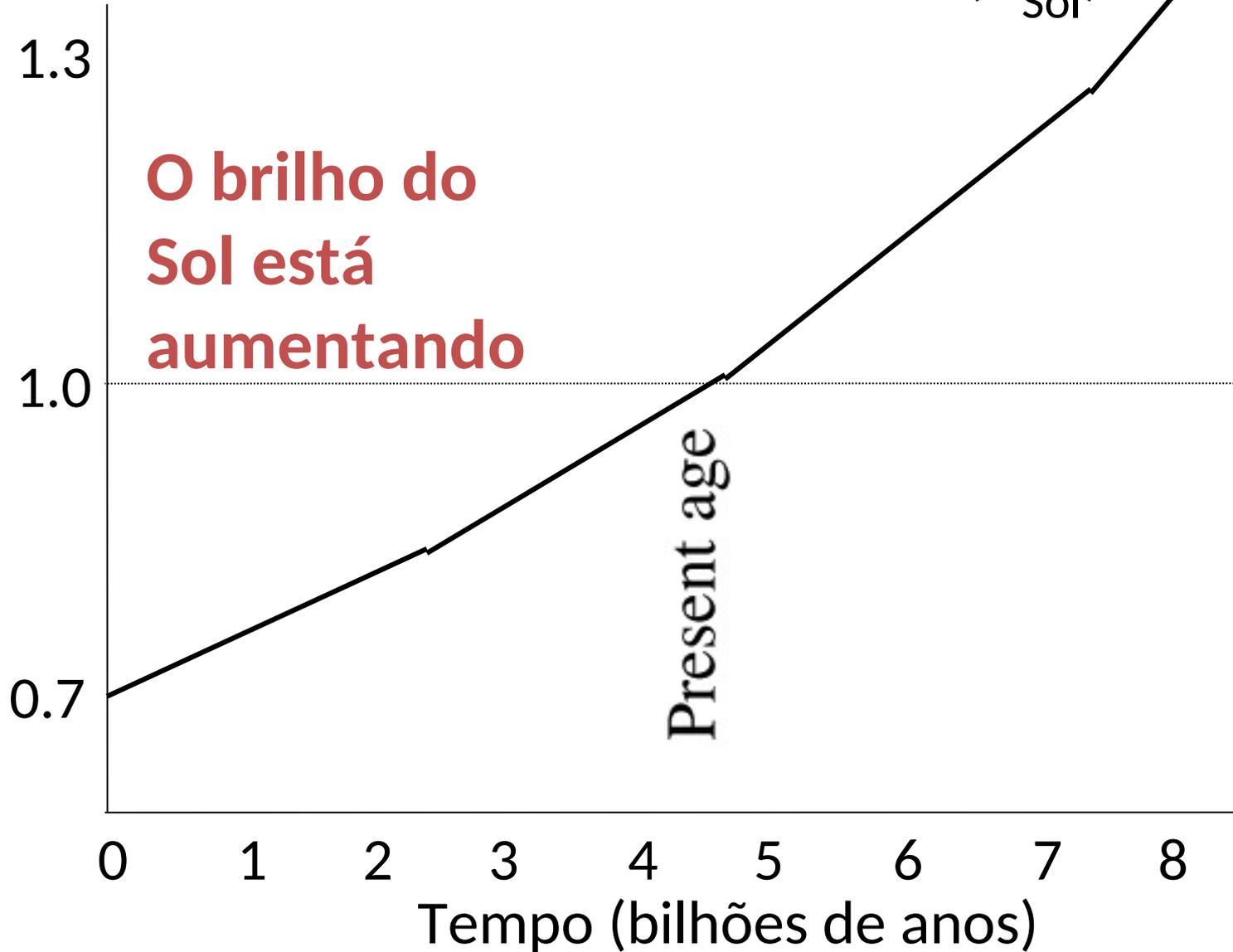


Terra *snowball*

Terra aquecida pelo efeito
estufa do metano



Luminosidade do Sol (L_{Sol})



Problema: fraco brilho do Sol no passado

Paradoxo do jovem Sol fraco

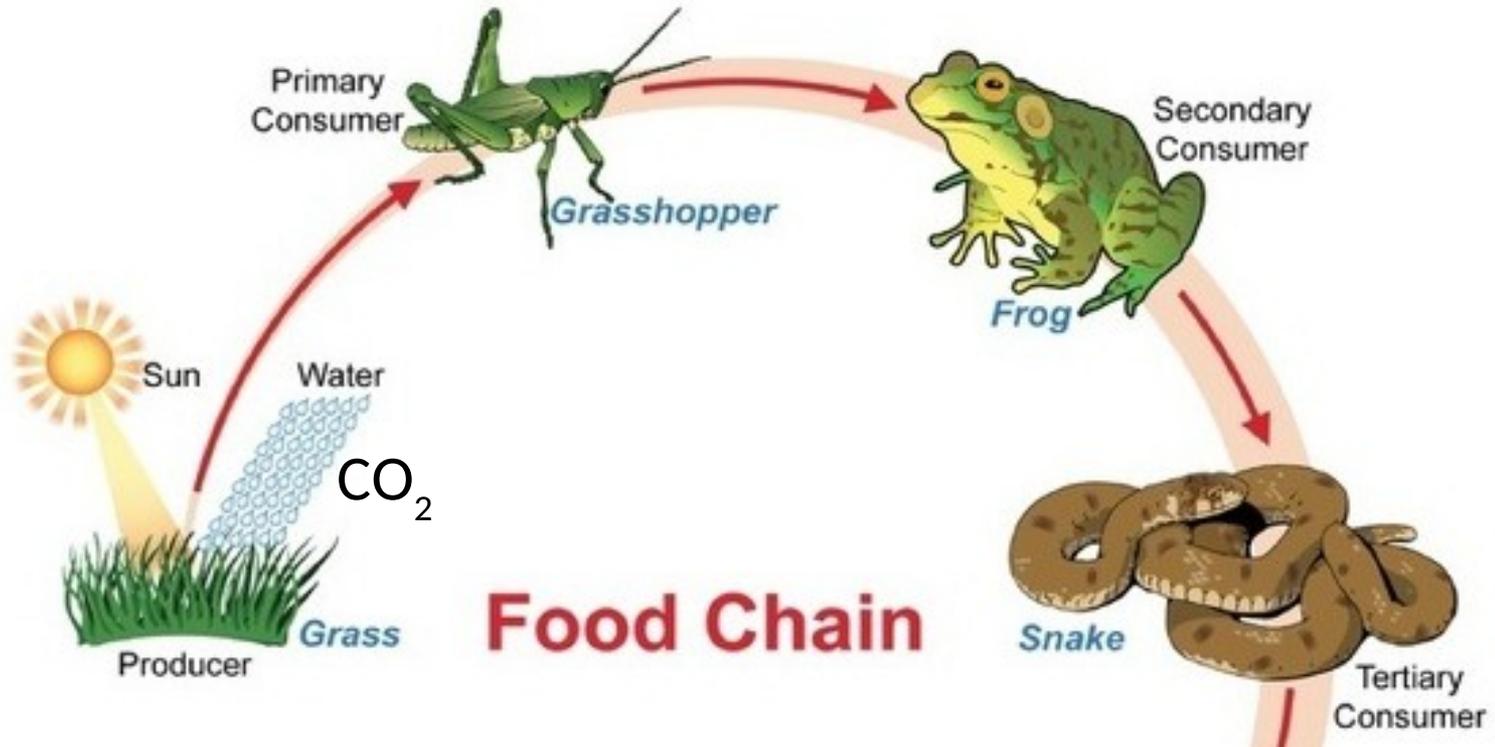
O problema do jovem Sol fraco é a contradição aparente entre observações de água líquida no início da história da Terra, e a predição de que o brilho do Sol na época era de apenas 75% em relação ao presente, insuficiente para manter água no estado líquido

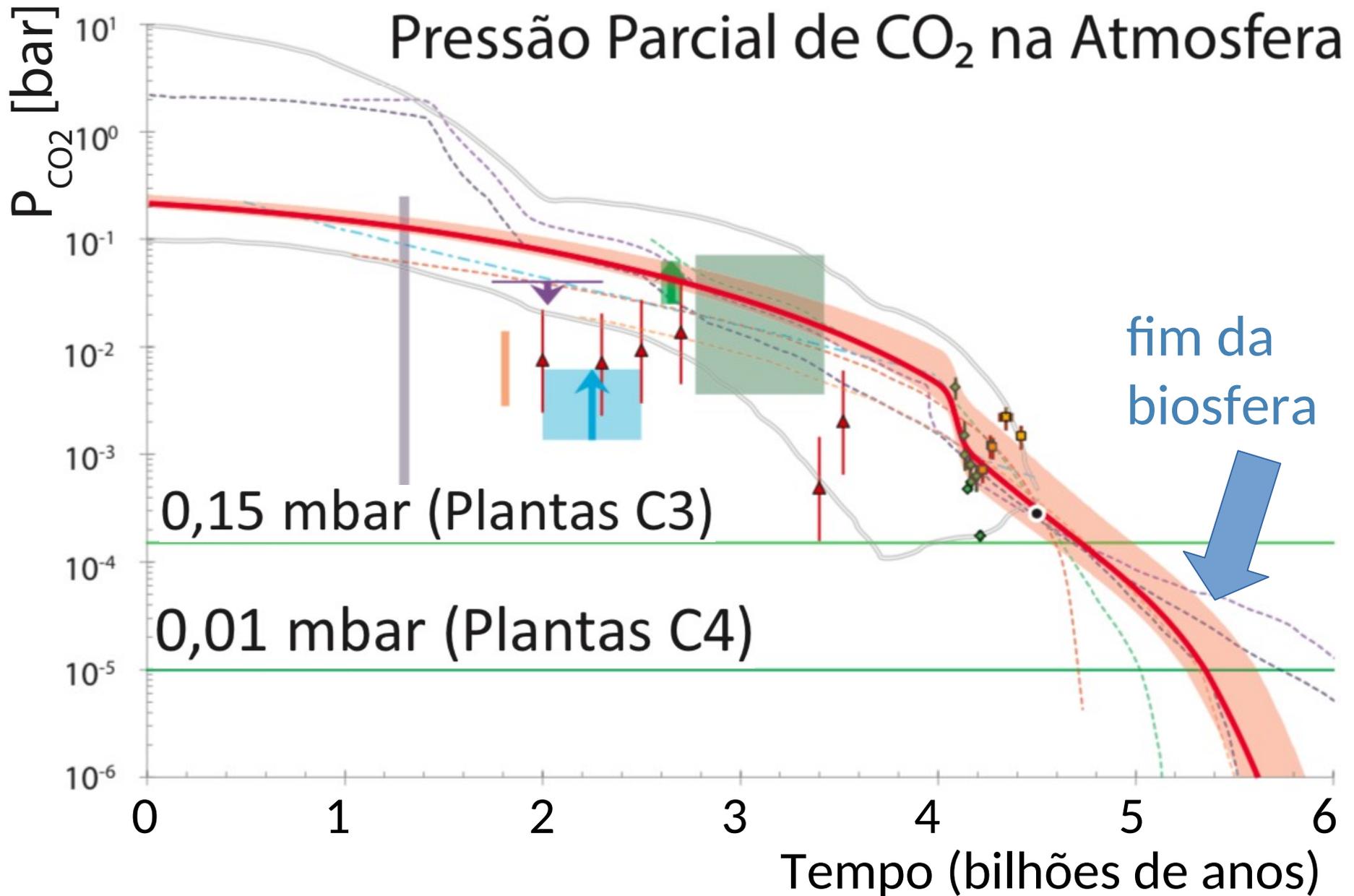


SNOWBALL: a
Terra nos seus
primórdios?

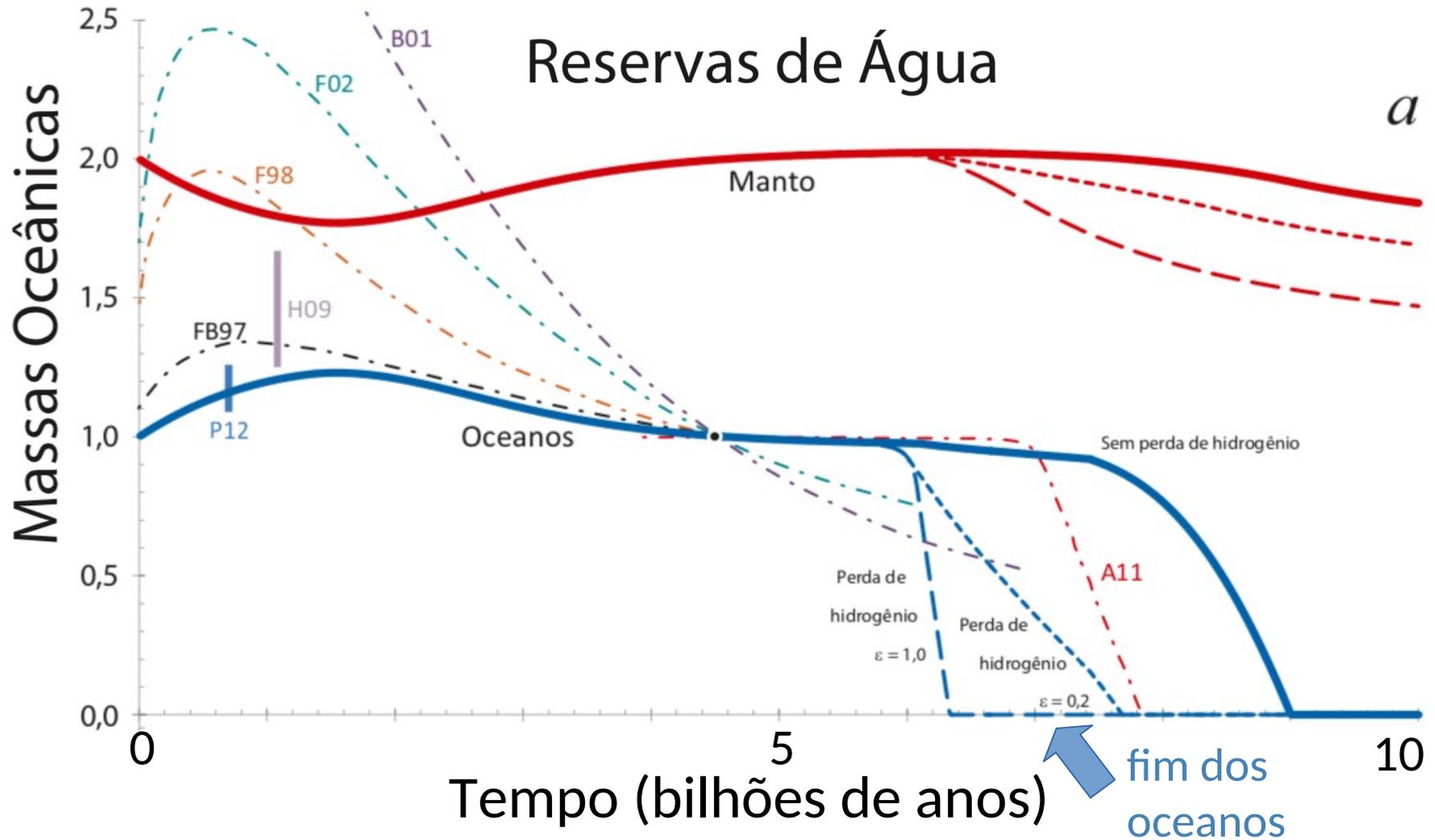
Problema no futuro: o fim da vida

O fim da biosfera





O fim dos oceanos



Evolução do nosso Sol: fim dos oceanos na Terra (daqui a 1 a 2 bilhões de anos)

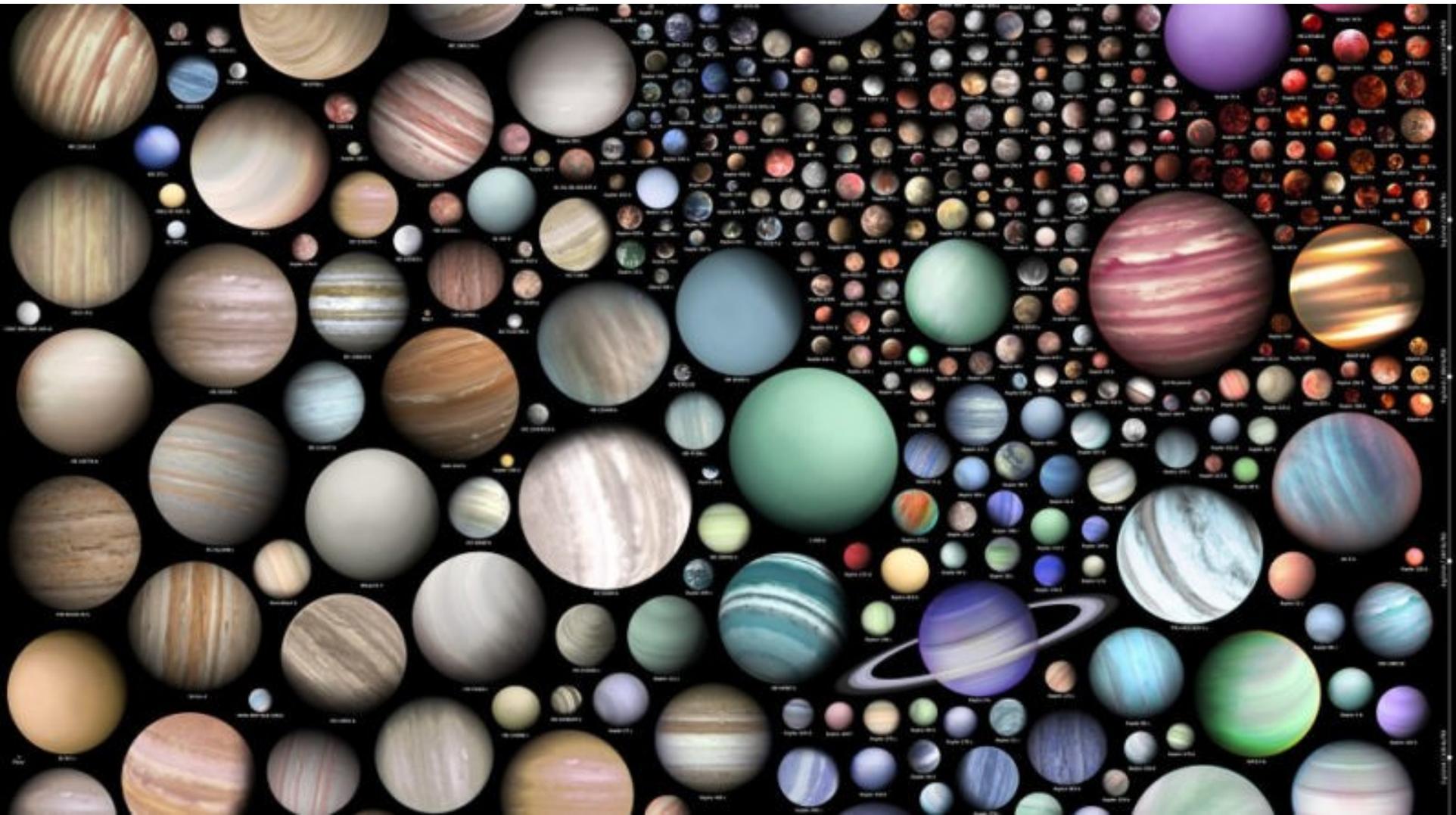


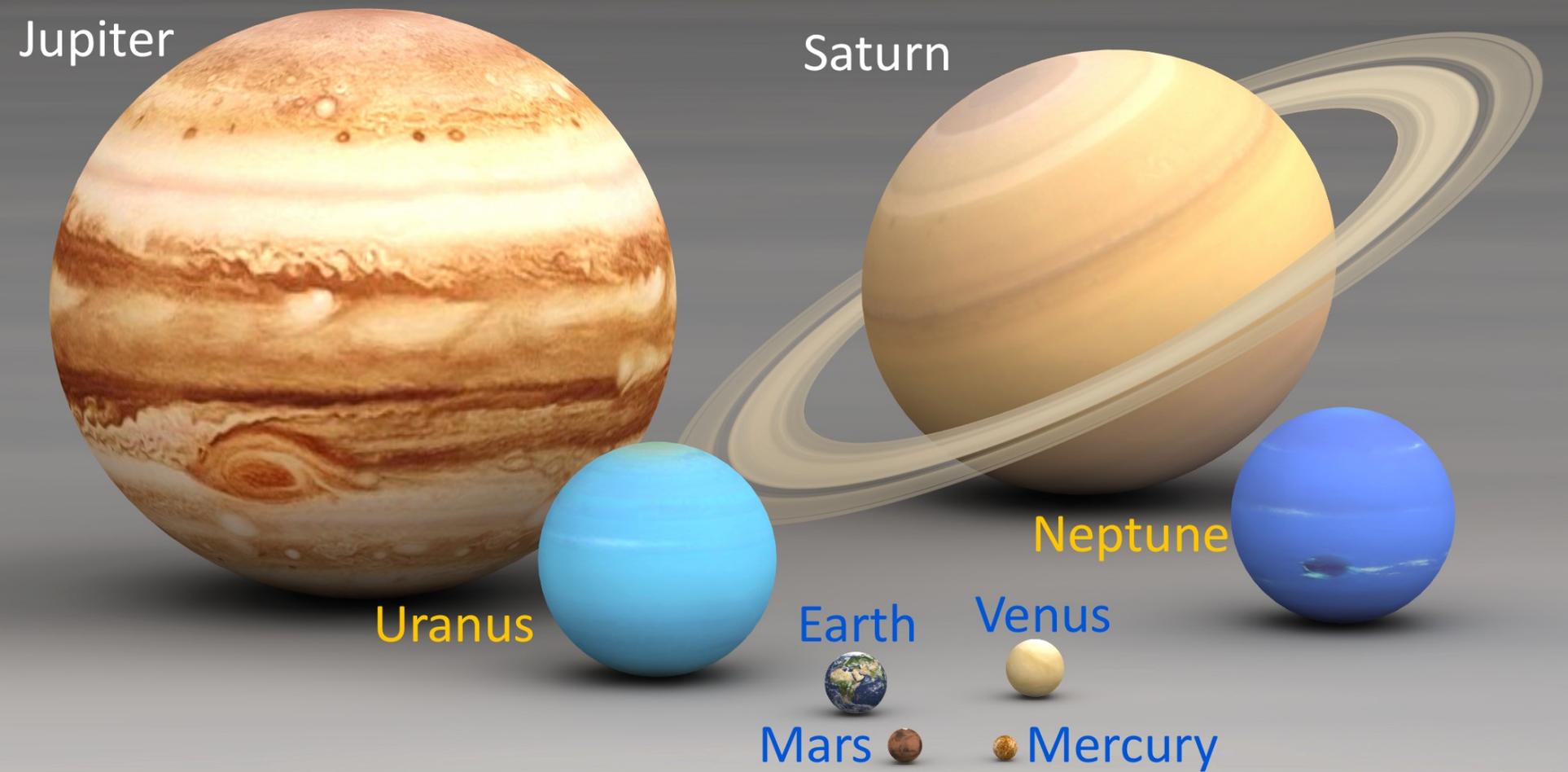
Daqui a 5 bilhões de anos o Sol será uma estrela gigante vermelha: o fim da Terra



Exoplanetas

Planetas fora do Sistema Solar



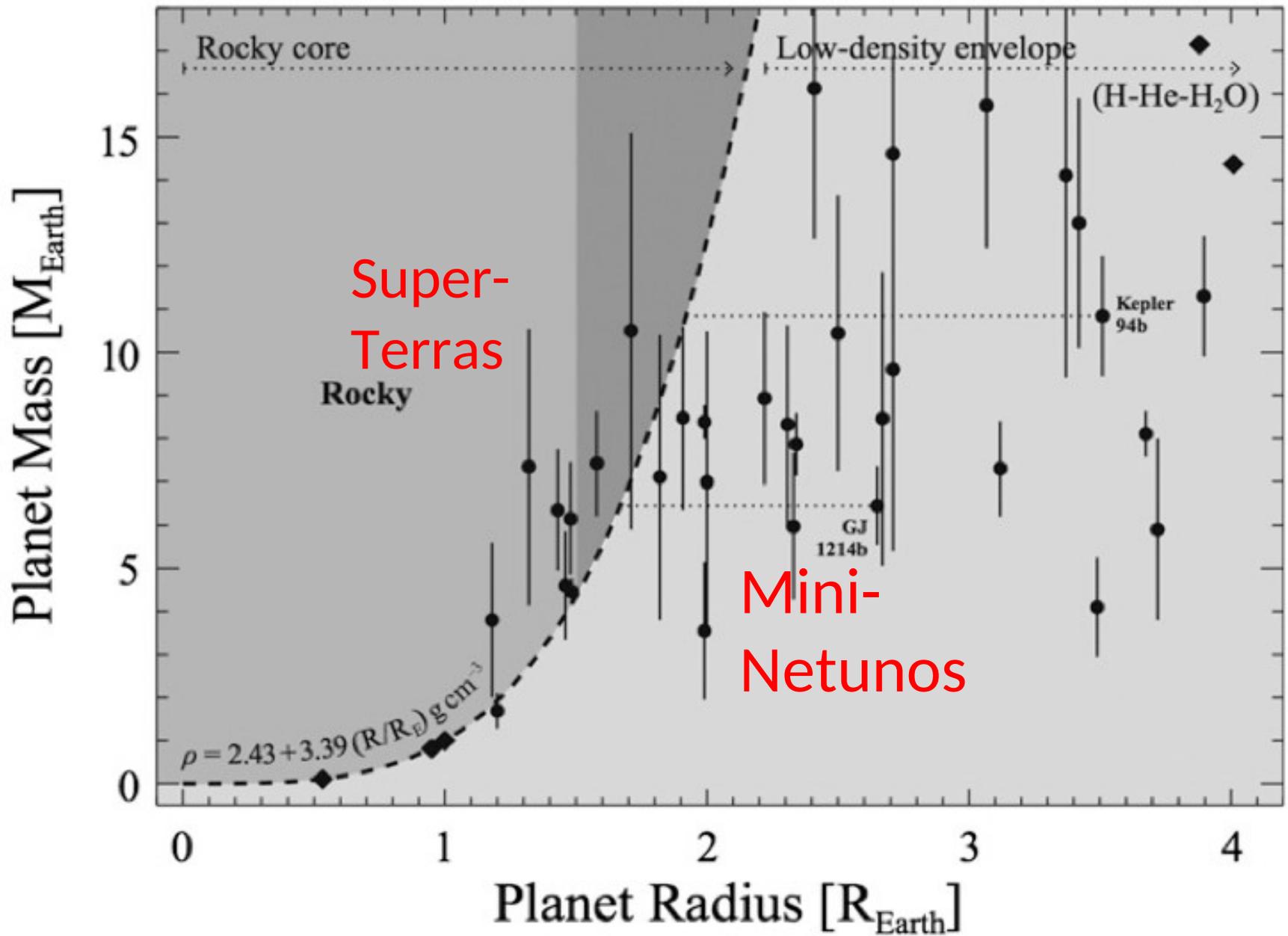


Sistema solar:

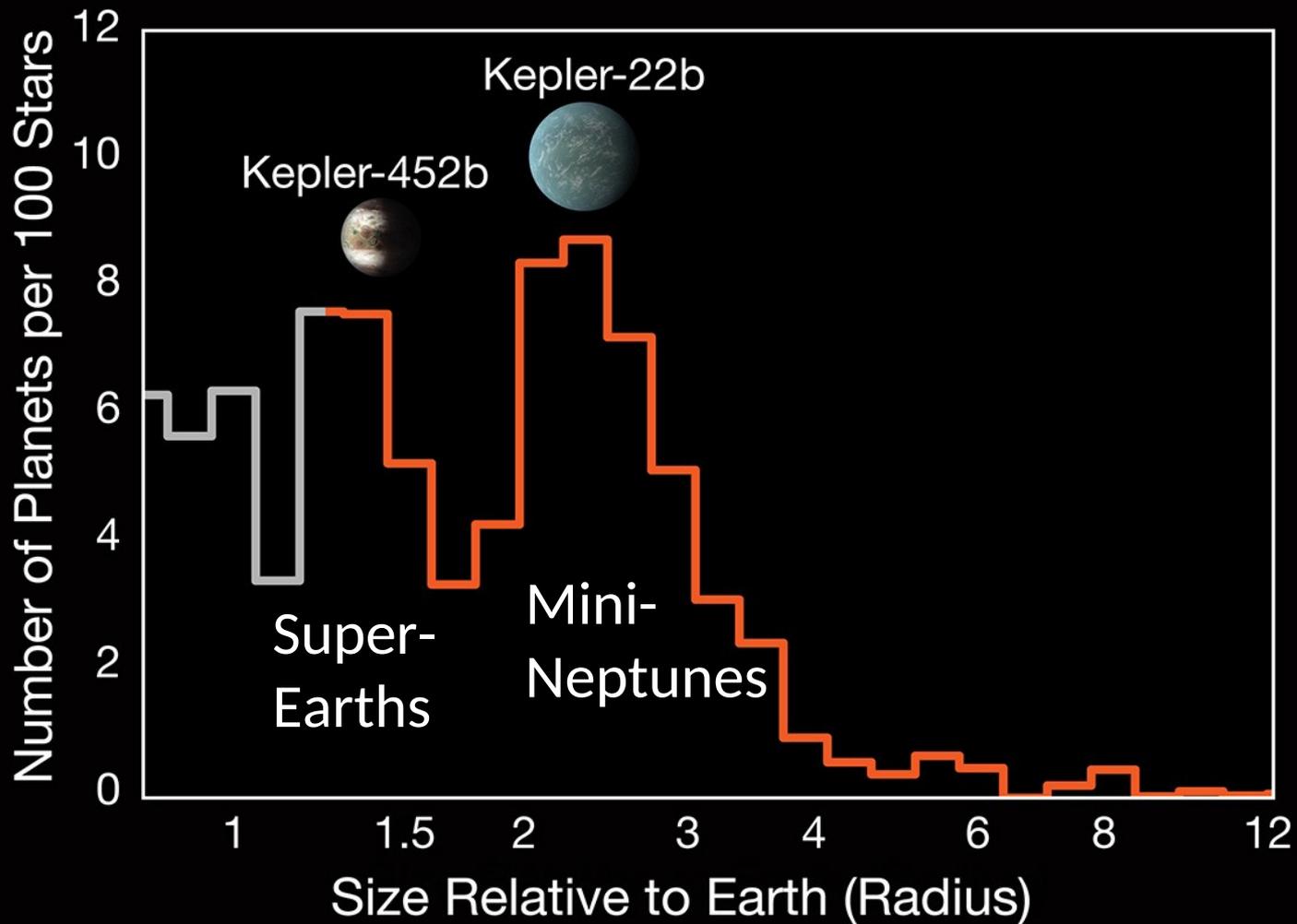
- Júpiteres
- Netunos
- Terras

Outros sistemas podem hospedar:

- Júpiteres quentes
- Mini-Netunos
- Super-Terras

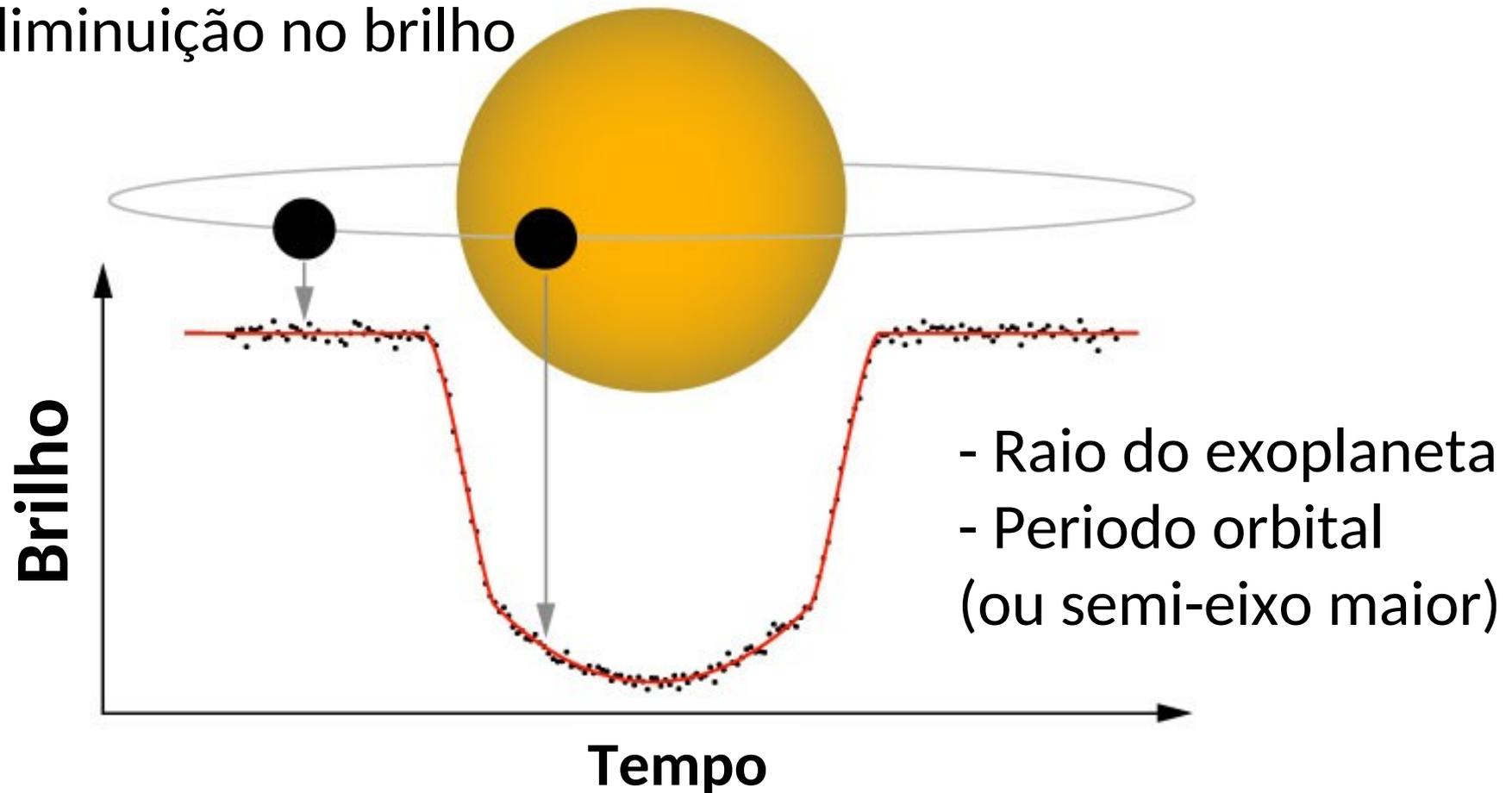


Small Planets Come in Two Sizes

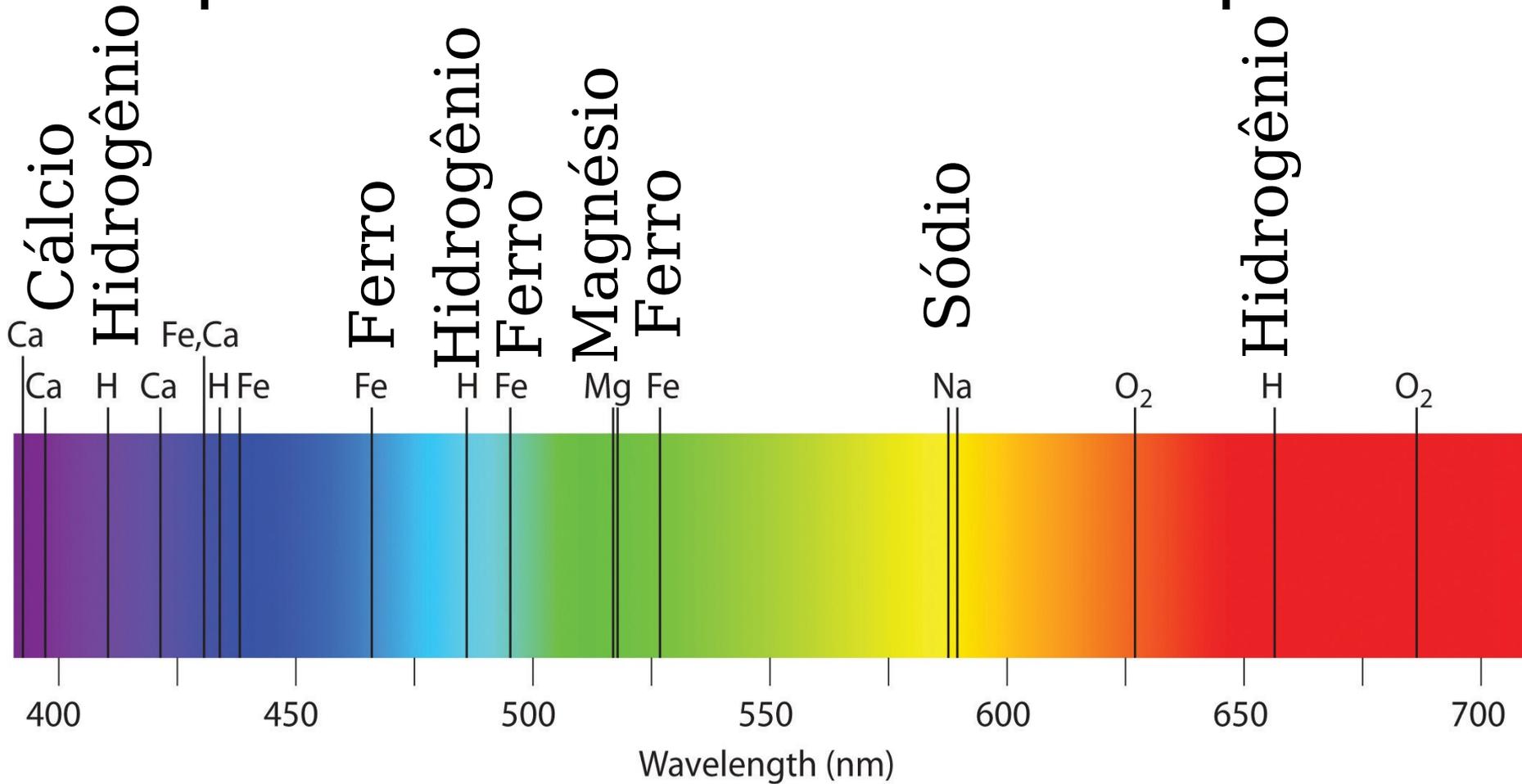


Detecção de planetas: método de trânsito

Exoplaneta pode ser detectado pelo bloqueio da luz da estrela na sua passagem diante desta, causando uma diminuição no brilho



Outro método de detecção de exoplanetas: usando linhas do espectro



Efeito Doppler

$$\frac{v}{c} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0}$$



Espectro em repouso



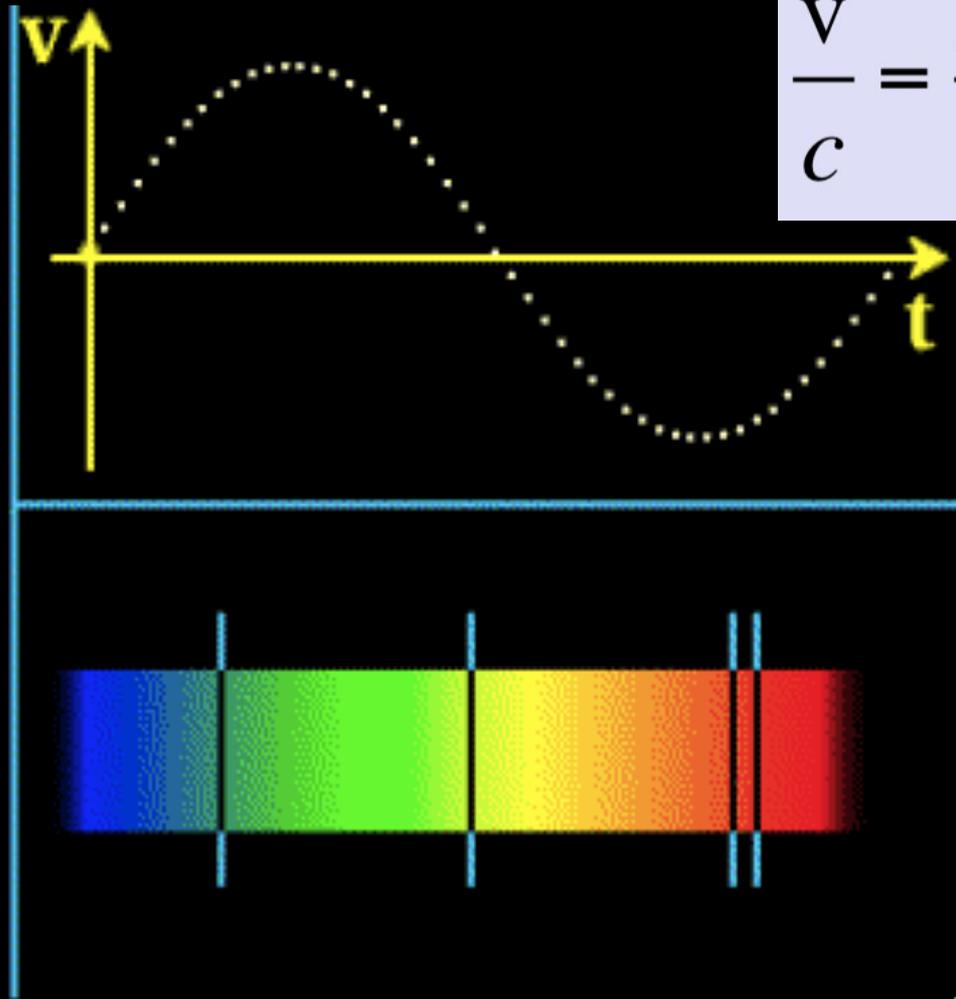
Deslocamento para o vermelho

Estrela se afasta



Deslocamento para o azul

Estrela se aproxima

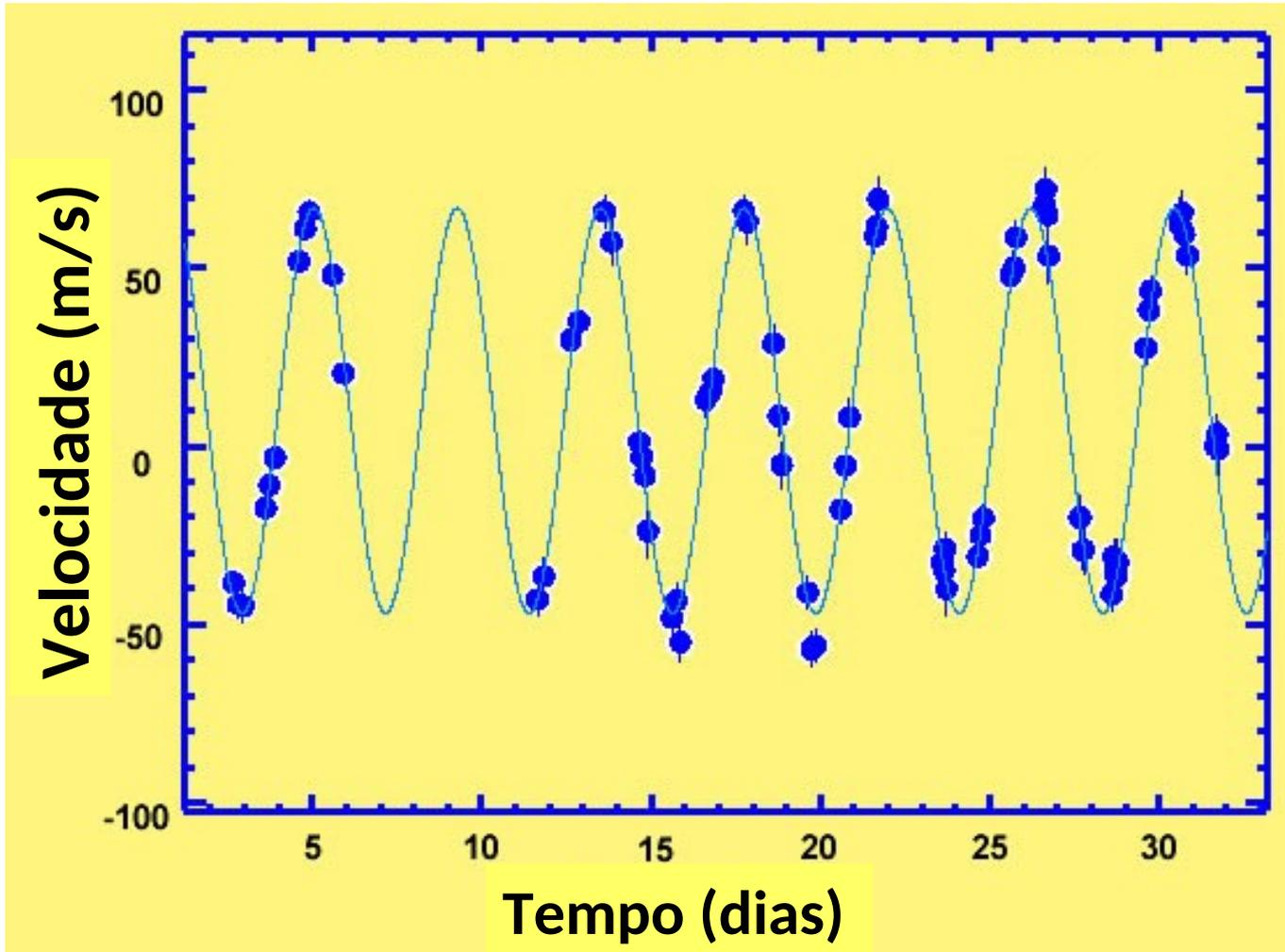


$$\frac{v}{c} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0}$$

Deslocamento Doppler da estrela mãe. Apenas o espectro da componente mais brilhante é detectado

51 Peg Bb

$$\frac{v}{c} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0}$$

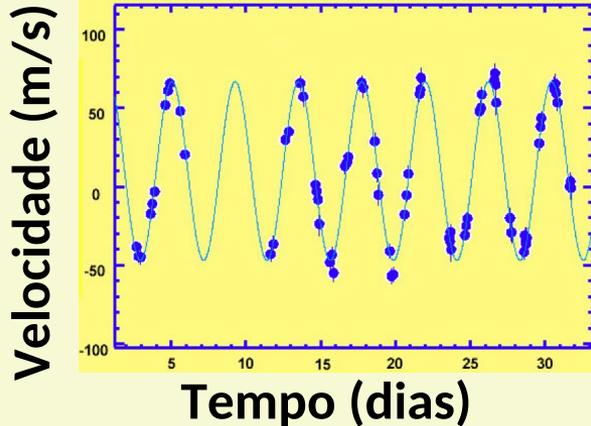


- Massa do exoplaneta
- Período orbital (ou semi-eixo maior)

O Método Científico

(c) Jorge Meléndez, IAG/USP

1. Observações



2. Perguntas

- É um exoplaneta?
- São oscilações estelares?
- É atividade magnética estelar?
- Aliens?

3. Hipótese

- Pela modulação do sinal, provavelmente é um exoplaneta

4. Modelo físico

- Equações da física. Leis de Kepler
- Testar diversas hipóteses (a atividade estelar explica o sinal?)

5. Conclusões

- É um novo planeta!

6. Novas observações, hipóteses, modelos

- Sim, exoplaneta confirmado com novos dados!

Ano 1995:

51 Peg

Primeiro

exoplaneta

em estrela de

tipo solar



Mercúrio



Vênus



Terra



Marte



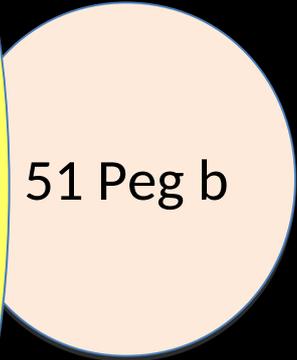
Sistema Planetário Solar

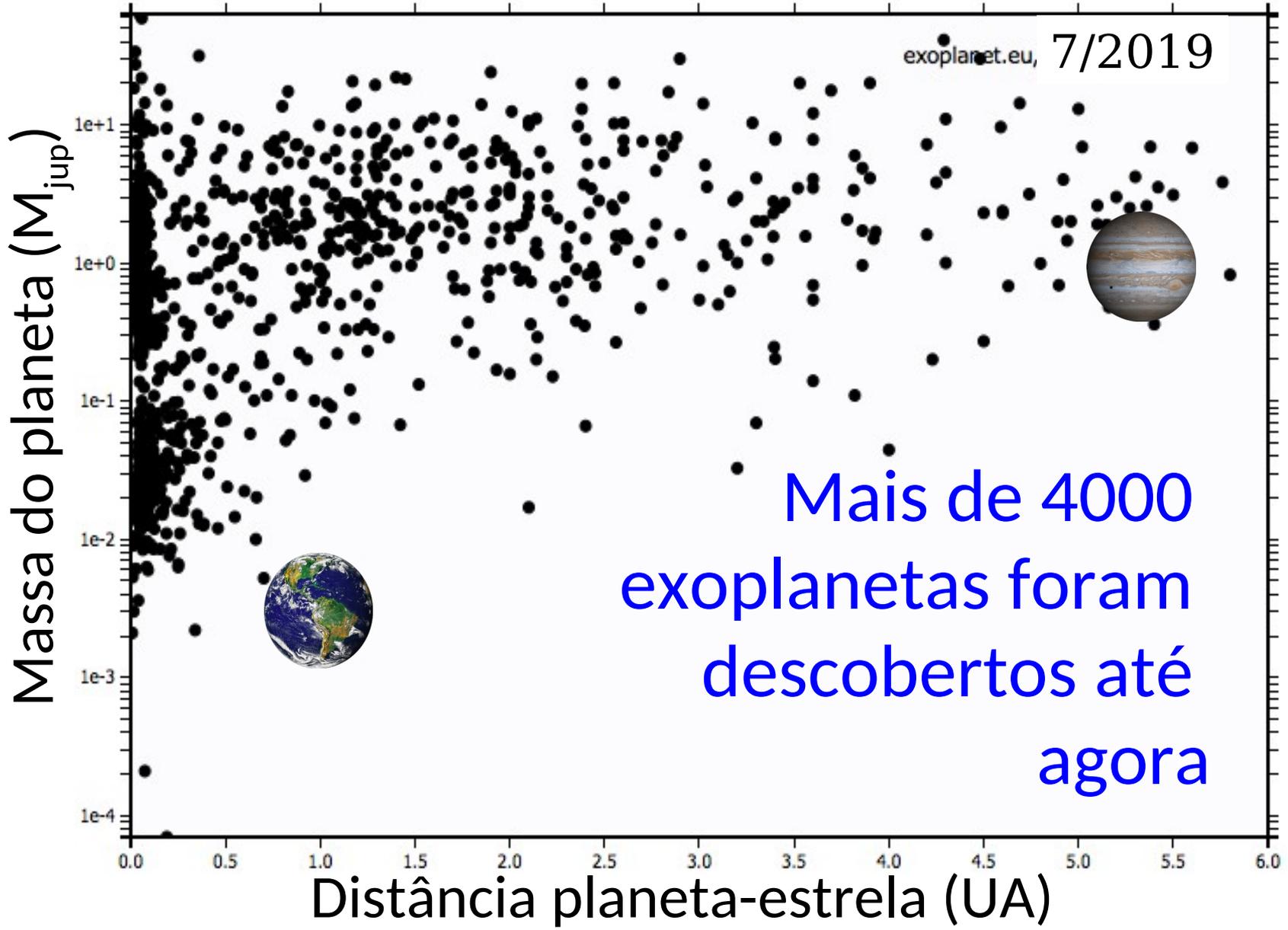
Júpiter



Sistema Planetário 51 Peg

51 Peg b





exoplanet.eu, 7/2019

Massa do planeta (M_{jup})

Distância planeta-estrela (UA)

Mais de 4000
exoplanetas foram
descobertos até
agora

Sistema Planetário Solar

Mercúrio



Vênus



Terra



Marte



Júpiter



Sistema Planetário Upsilon Andromedae

Ups And c

Ups And d

Ups And
e

Ups
And b

Sol



Idade: 4,6 bilhões anos
Vida total: 10 bilhões anos

Ups And

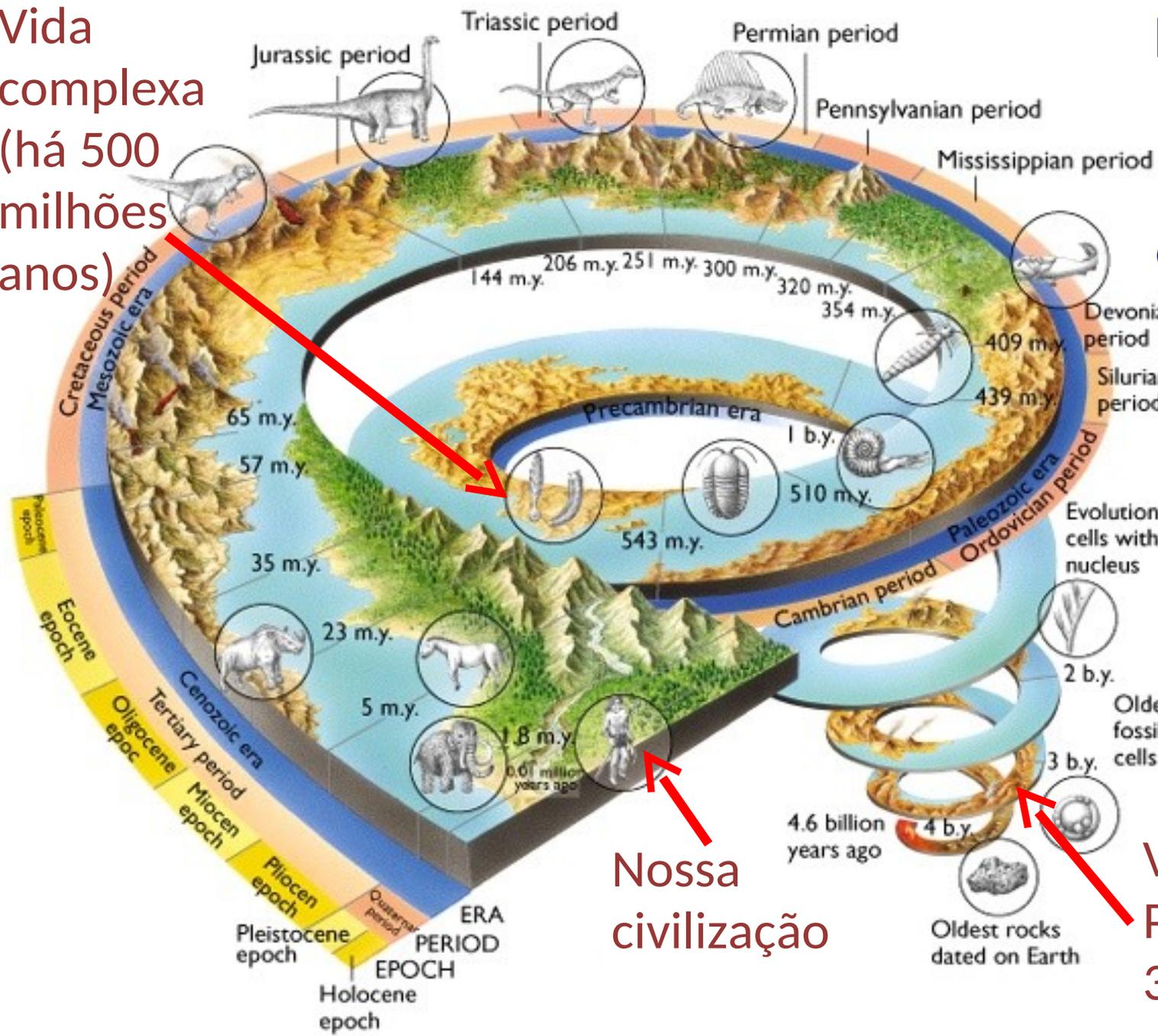


Idade: 3 bilhões anos
Vida total: 4,5 bilhões anos

Vida complexa (há 500 milhões anos)

Escalas de tempo desde a origem da Terra.

Quase 4,6 bilhões de anos até civilização



Nossa civilização

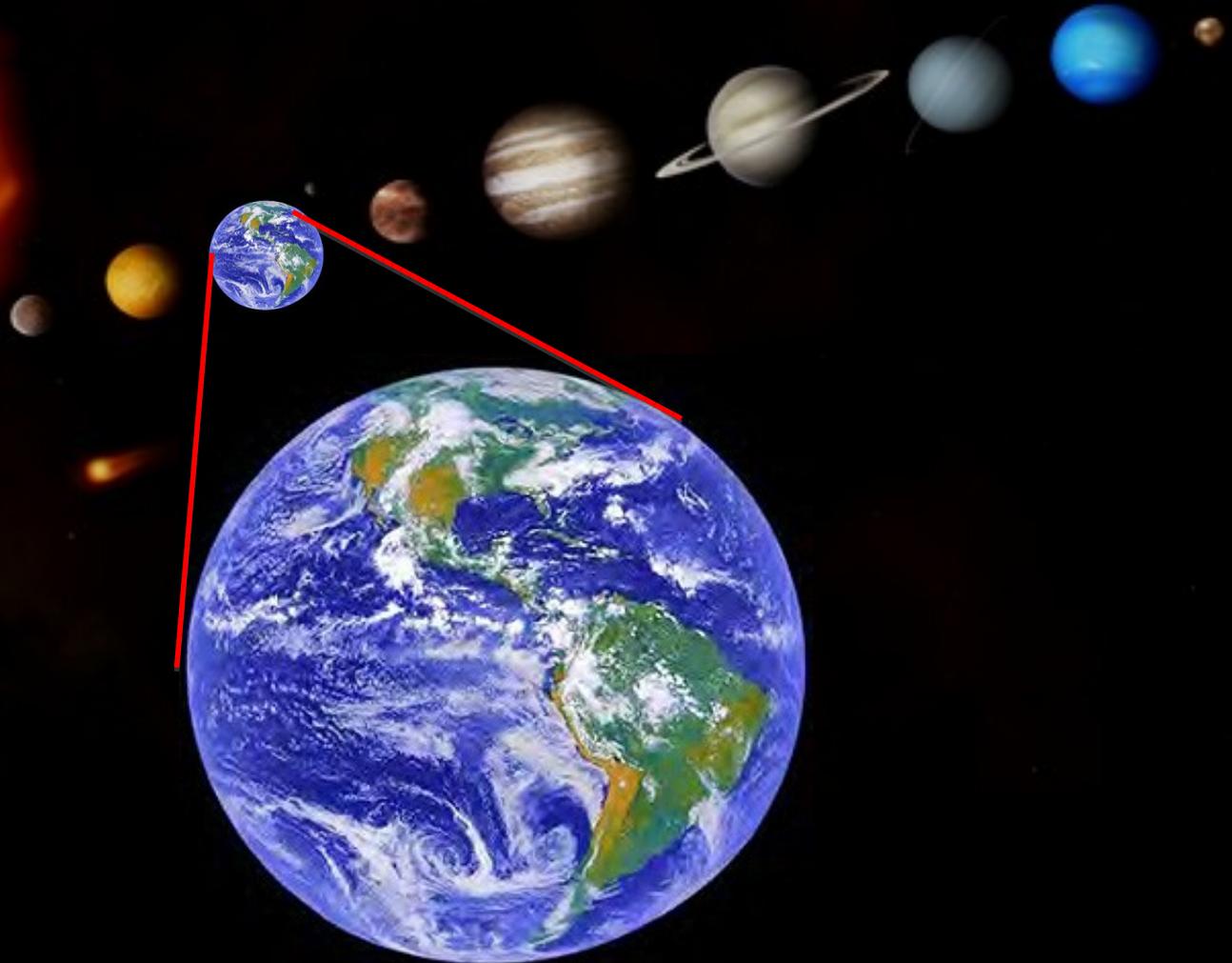
Vida Primitiva há 3,5 bi anos

O Sol é uma estrela ideal para o desenvolvimento de vida complexa.
Tempo de vida do Sol > tempo vida complexa

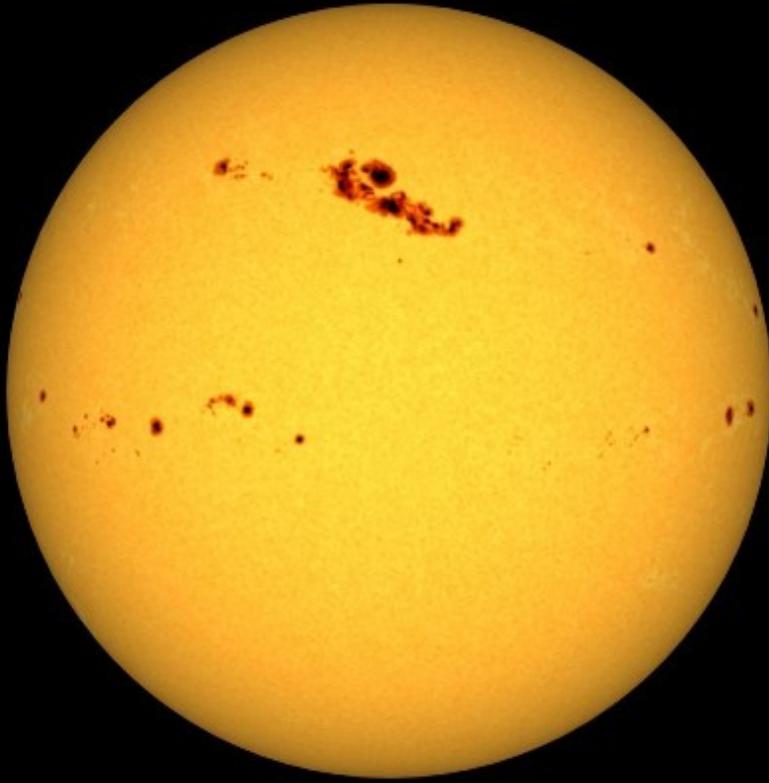


Como encontrar gêmeo do Sistema Solar?

Primeiro
encontrar
gêmeo do
Sol



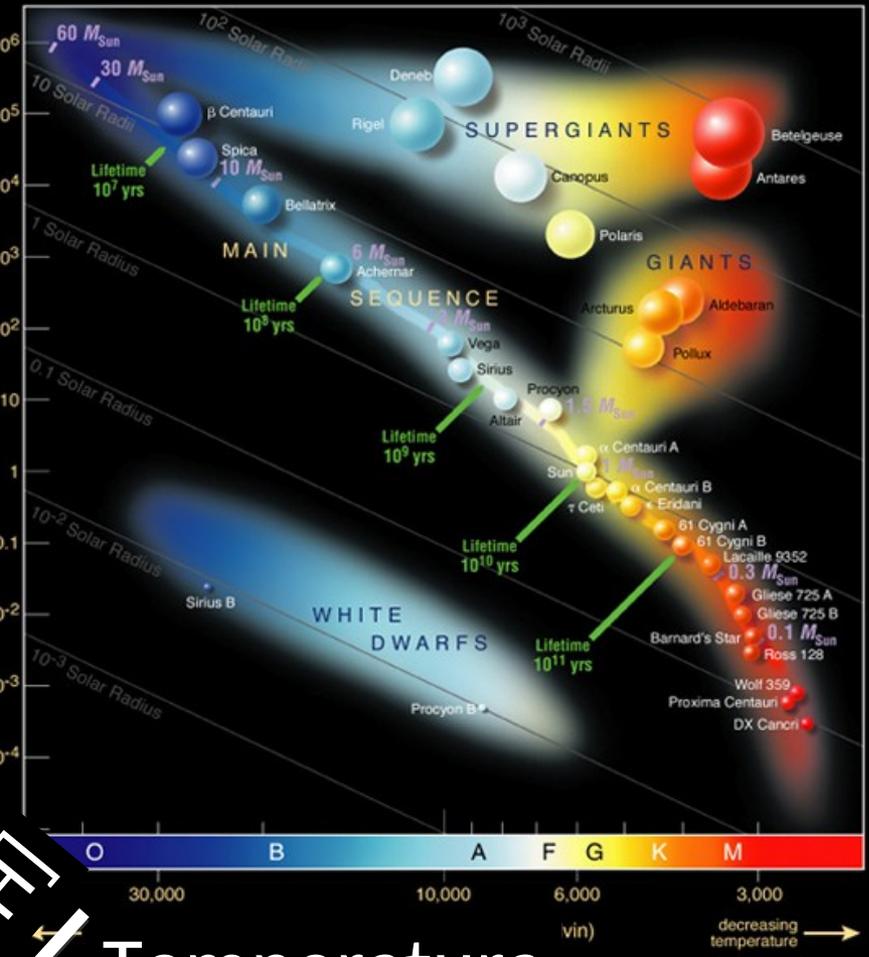
Gêmeas do Sol: estrelas com propriedades similares ao Sol (temperatura, luminosidade, composição química)



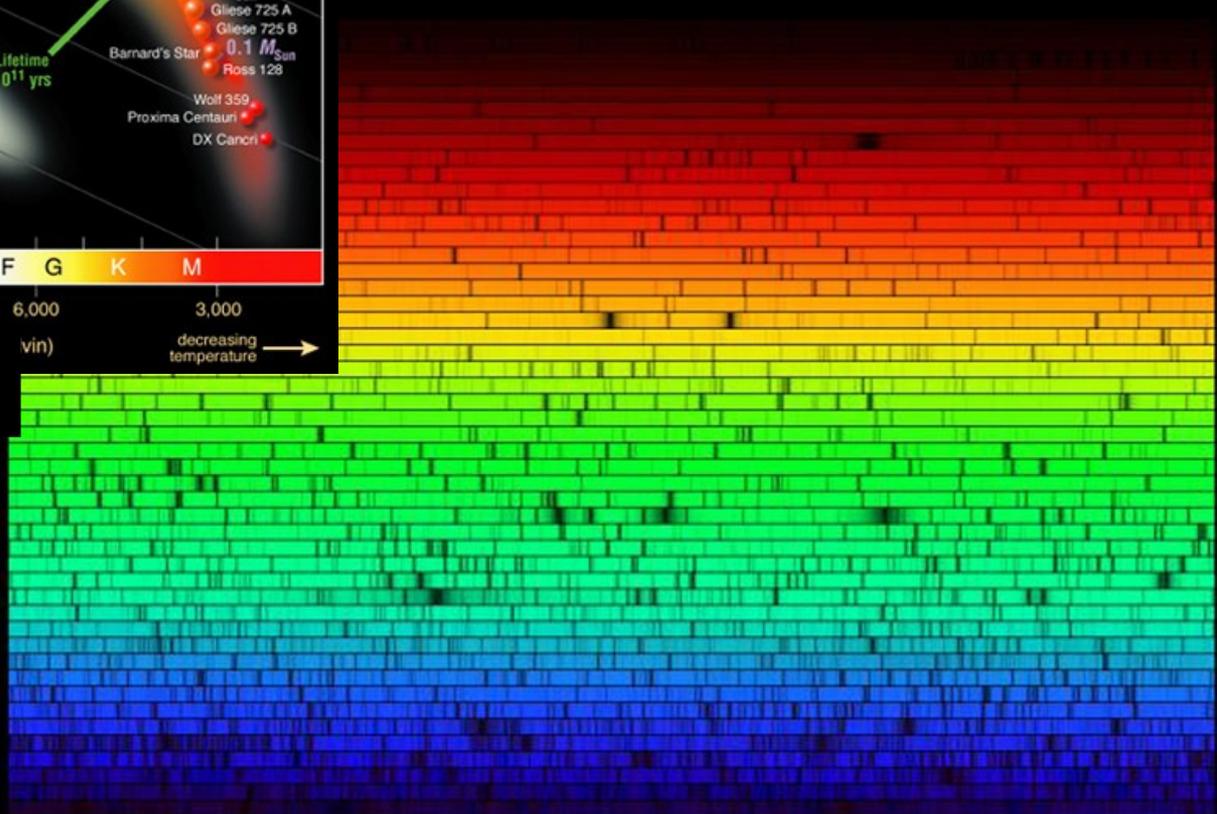
Luminosidade
luminosity (solar units)

Temperatura

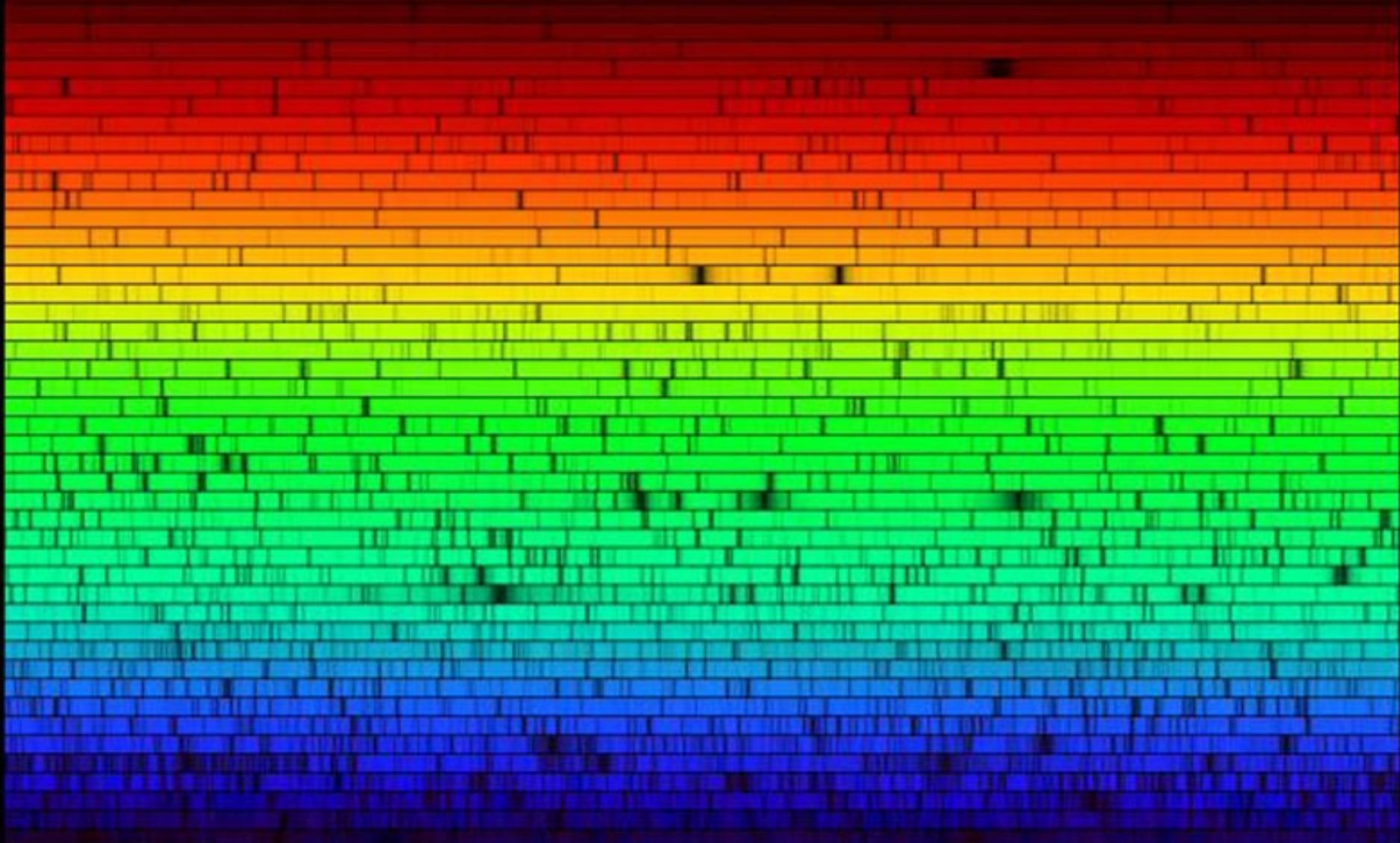
[Fe/H]



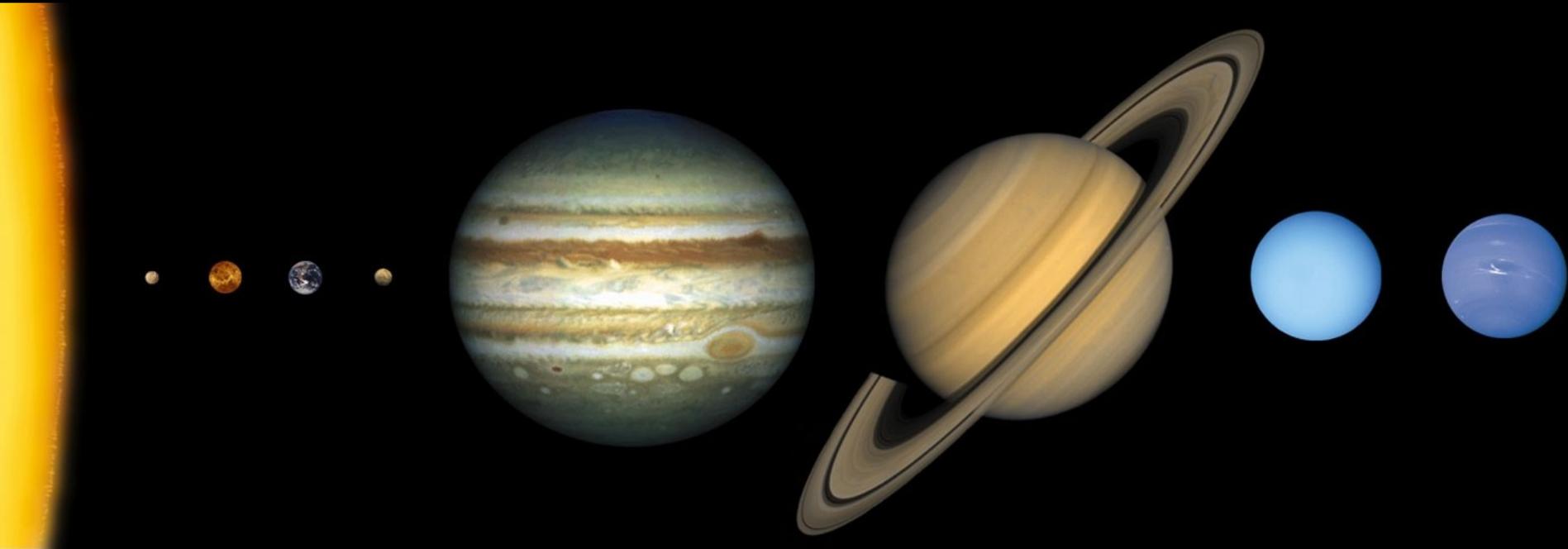
$T_{\text{eff}} = T_{\text{Sol}} \pm 100 \text{ K}$,
 $\log g = \log g_{\text{Sol}} \pm 0.1 \text{ dex}$,
 $[\text{Fe}/\text{H}] = 0.0 \pm 0.1 \text{ dex}$



Espectro: temperatura, luminosidade,
composição química, rotação, exoplanetas 😊



Quão comum é o nosso Sol?
O nosso sistema solar é especial?





Procura de planetas em gêmeas do Sol, no Observatório **ESO La Silla: 100 noites**

Projeto internacional liderado pela USP
(Prof. Jorge Melendez).
Brasil, EUA, Alemanha, Austrália

**HARPS, precisão
de 1m/s**



The Solar Twin Planet Search

II. A Jupiter twin around a solar twin[★]

M. Bedell^{1,★★}, J. Meléndez², J. L. Bean¹, I. Ramírez³, M. Asplund⁴, A. Alves-Brito⁵, L. Casagrande⁴, S. Dreizler⁶,
T. Monroe², L. Spina², and M. Tucci Maia²

¹ Department of Astronomy and Astrophysics, University of Chicago, 5640 S. Ellis Ave, Chicago, IL 60637, USA
e-mail: mbedell@oddjob.uchicago.edu

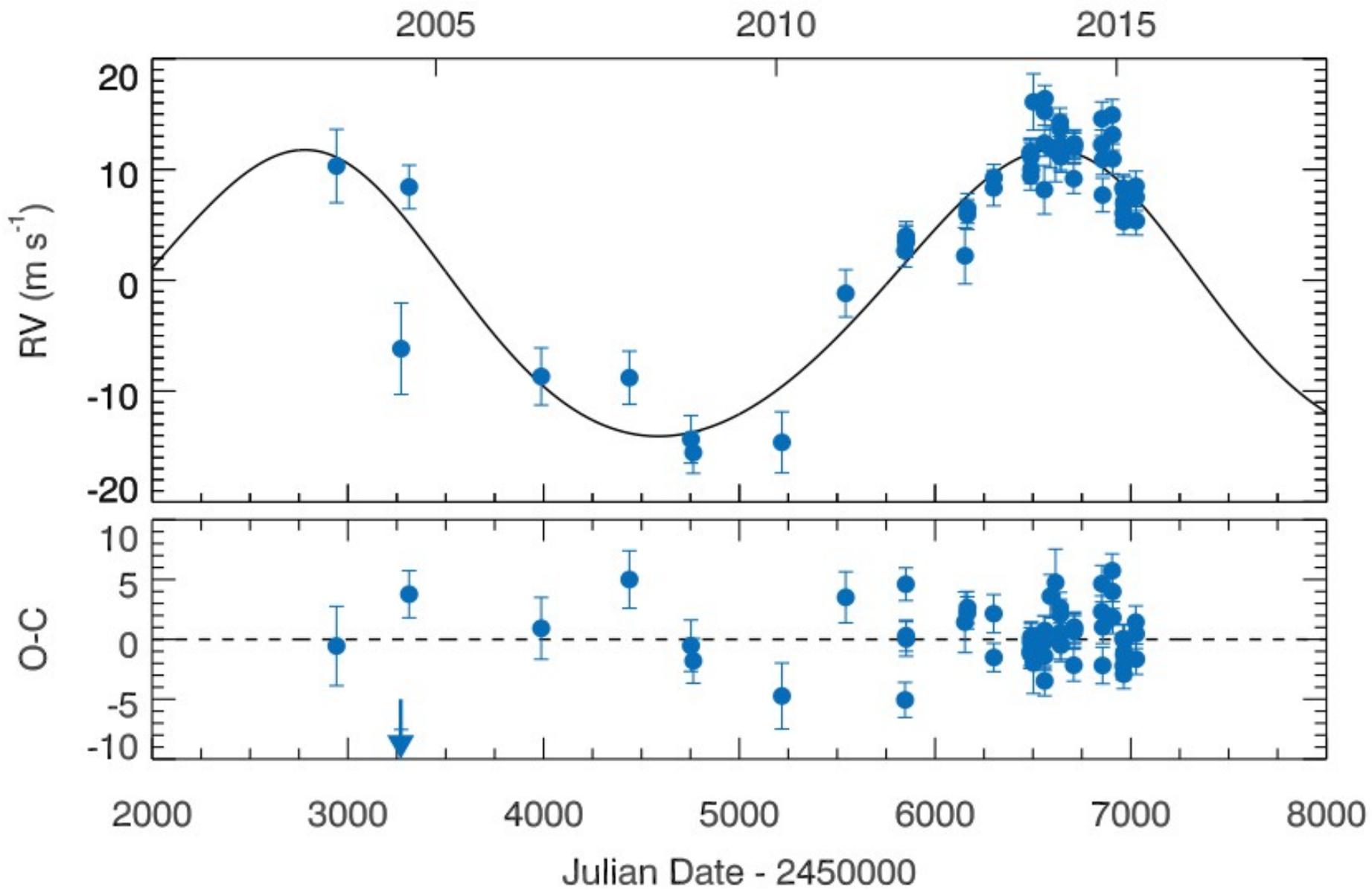
² Departamento de Astronomia do IAG/USP, Universidade de São Paulo, Rua do Matão 1226, Cidade Universitária, 05508-900 São Paulo, SP, Brazil

³ McDonald Observatory and Department of Astronomy, University of Texas at Austin, USA

⁴ Research School of Astronomy and Astrophysics, The Australian National University, Cotter Road, Weston, ACT 2611, Australia

⁵ Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves 9500, Porto Alegre, RS, Brazil

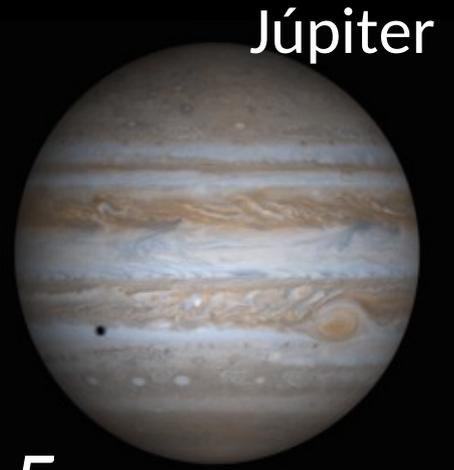
⁶ Institut für Astrophysik, University of Göttingen, Germany





Mercúrio
Vênus
Terra
Marte

Sistema Solar



Júpiter

Sistema planetário HIP 11915



HIP11915b

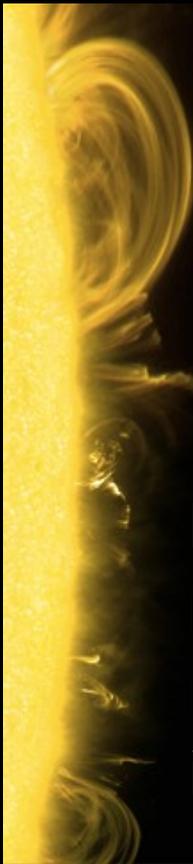


Primeiro planeta "brasileiro"

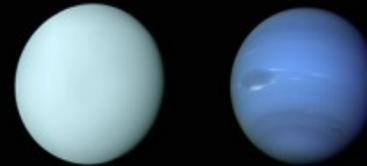
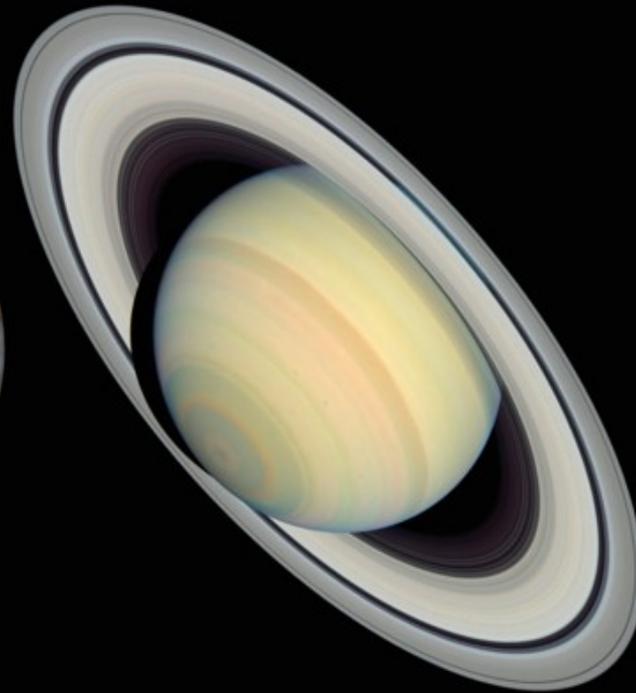
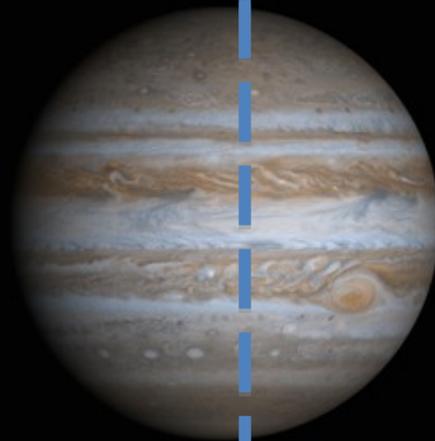
Júpiter é fundamental para manter a configuração do Sistema Solar



André Izidoro
UNESP



Planetas
rochosos
na região
interna



Planetas gigantes na região
externa

Divulgação do Júpiter gêmeo em HIP 11915

Jornal Nacional: $67000 * 3 * 24$ pontos =
4,8 mi grande São Paulo



Divulgação do Júpiter gêmeo na imprensa internacional



imprensa internacional

Newly discovered Jupiter twin hints at new solar system similar to Earth's



By **Ben Brumfield**, CNN

🕒 Updated 1434 GMT (2134 HKT) July 16, 2015



Jupiter's 'Twin' Found: Is This Solar System 2.0?



by **Elizabeth Howell**, Space.com Contributor | July 16, 2015 08:35am ET



Encuentran gemelos de Júpiter y del Sol

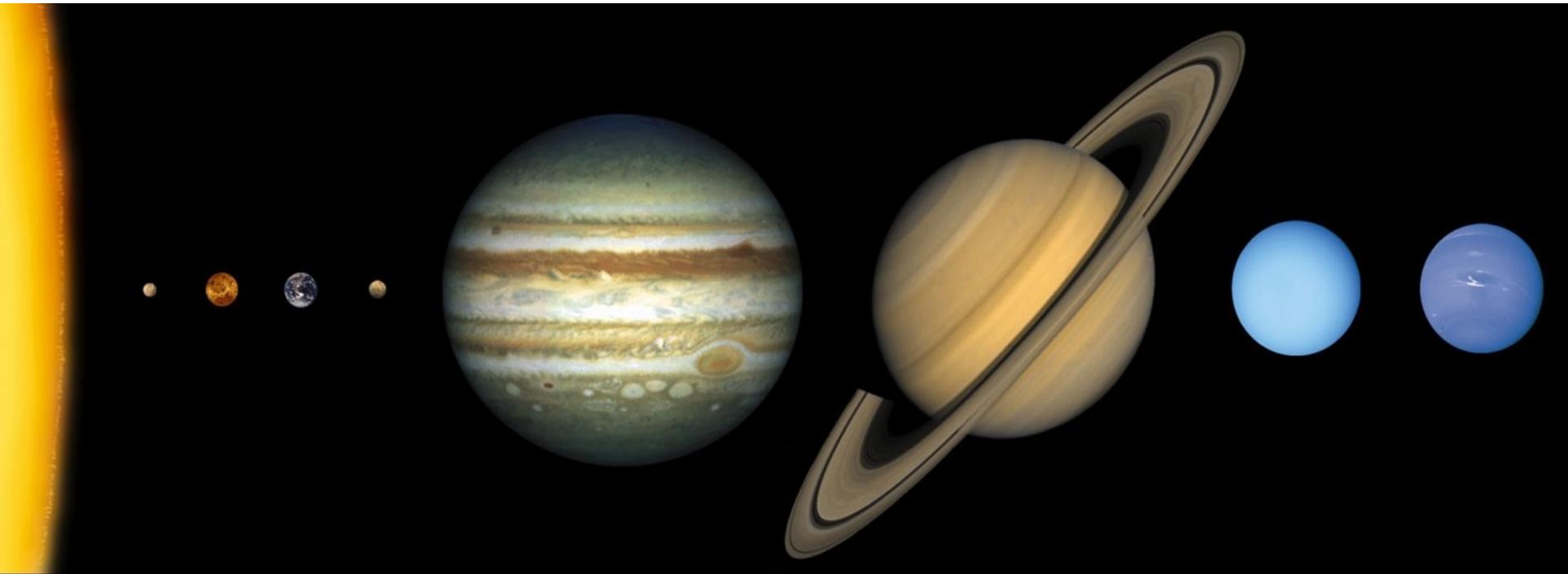
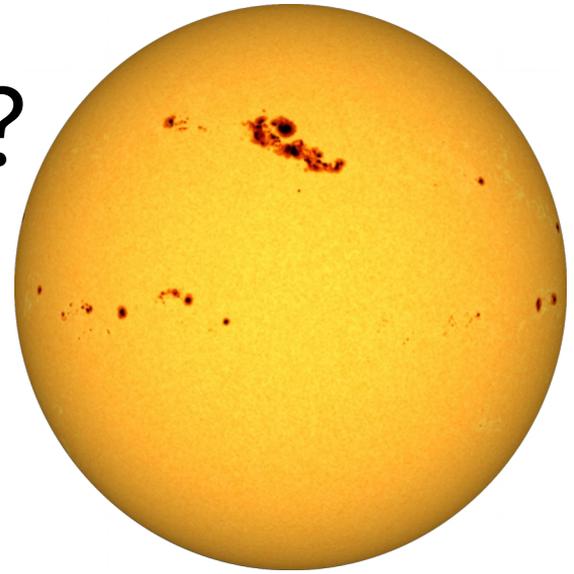
Las posibilidades de encontrar un sistema planetario como el nuestro parecen cada vez más cercanas.

Scoperto un gemello di Giove che ruota attorno al sosia del sole

16/07/2015 - 15:35 - Un gemello di Giove orbita attorno a una stella simile al nostro sole. A scoprirlo è stato un team internazionale di astronomi utilizzando il telescopio da 3,6 metri dell'Eso. L'esopianeta si trova a una distanza dalla sua stella (HIP 11915) simile a ...

Como detectar a Terra 2,0?

- Atual instrumentação: 1m/s
- Efeito da Terra 9 cm/s
- **Challenges: stellar noise (magnetic fields) ~ 1m/s**

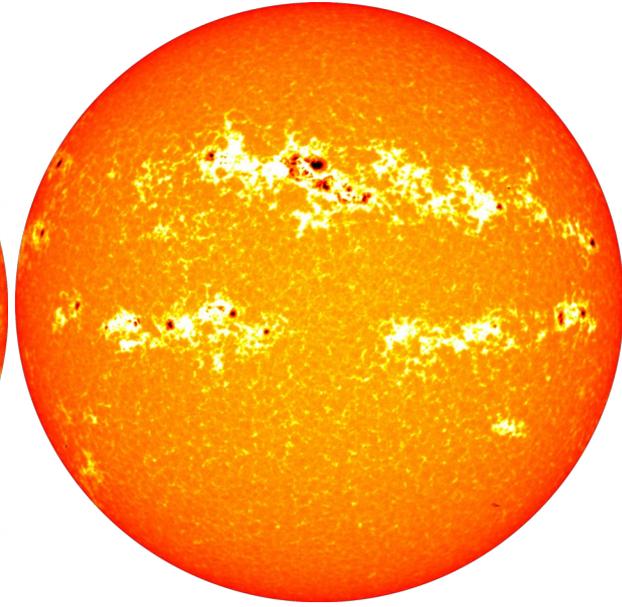
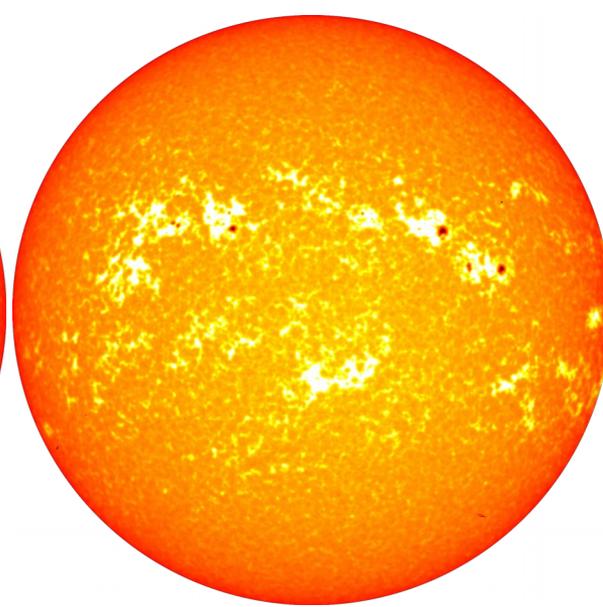
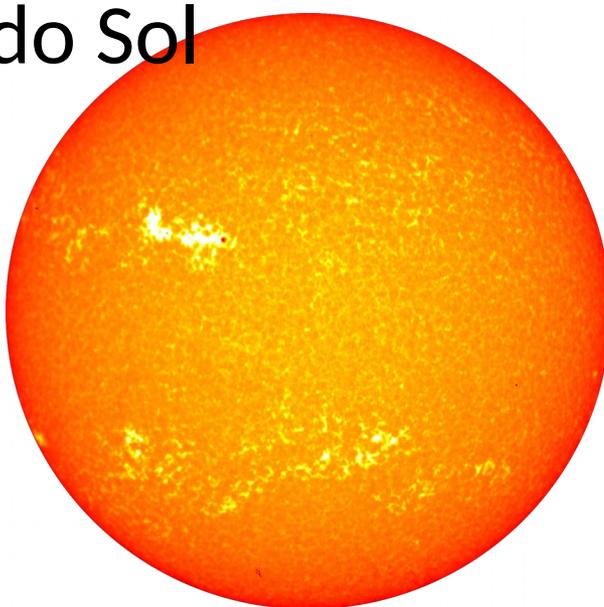




Manchas solares
na fotosfera

Atividade magnética da
estrela (efeito de 1 m/s)
é importante empecilho
na detecção da Terra 2.0
(efeito de 9 cm/s)

Plages na cromosfera ao longo do ciclo de atividade
do Sol





ELT 39 m (ESO)



Very Large Telescope 8 metros (ESO Paranal)

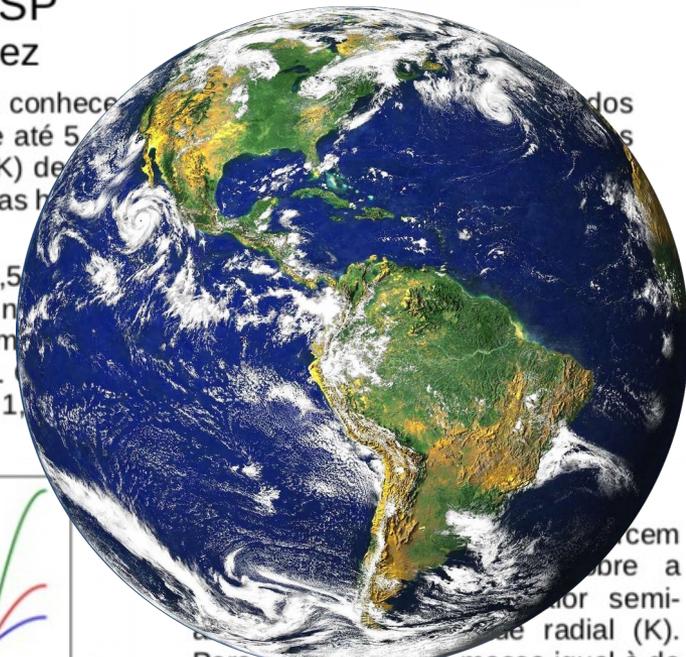


GMT 24 m
(Las Campanas)

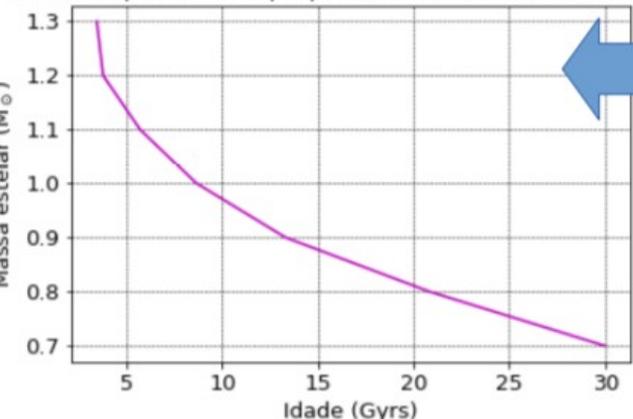
O espectrógrafo ESPRESSO do VLT/ ESO tem uma precisão de 10 cm/s (!)

Anne Viegas Rathsam – IAG/USP
Orientador: Prof. Dr. Jorge Meléndez

A busca por um exoplaneta cujas condições físicas permitam a existência de vida tal qual a conhecida na Terra é uma das principais áreas de pesquisa dos cientistas na atualidade. Estudos recentes indicam que tais exoplanetas teriam uma massa de até 5 vezes a da Terra. Para detectar tais planetas com novos espectrógrafos (de 10 cm/s), buscamos por uma semi-amplitude de velocidade radial (K) de até 10 cm/s. Qual tipo de estrelas seriam capazes de nos fornecer tal K? Quais seriam os limites de suas zonas habitáveis?

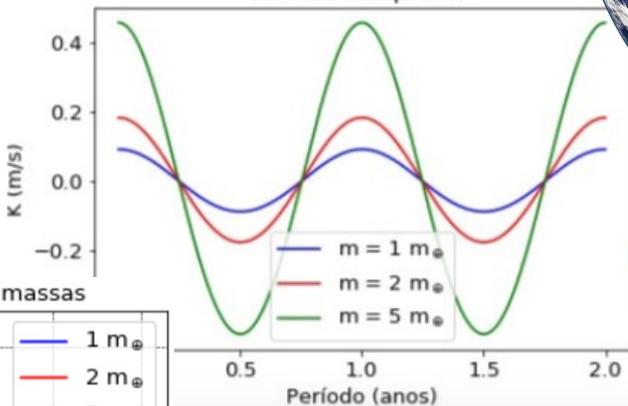


Fim da Sequência Principal para Estrelas de Diferentes Massas



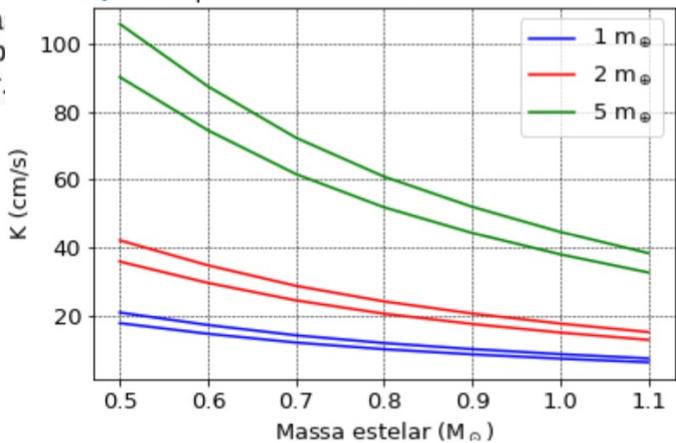
Estrelas de tipo M (com massa $M \leq 0,5 M_{\odot}$) são as mais abundantes, o que dificultaria a existência de vida na Terra. Estrelas muito massivas, por outro lado, possuem uma vida curta que impediria a evolução de vida complexa. Portanto, apenas estrelas com massa de 0,5 a 1 M_{\odot} são as melhores candidatas para a busca por planetas habitáveis.

Órbita do exoplaneta

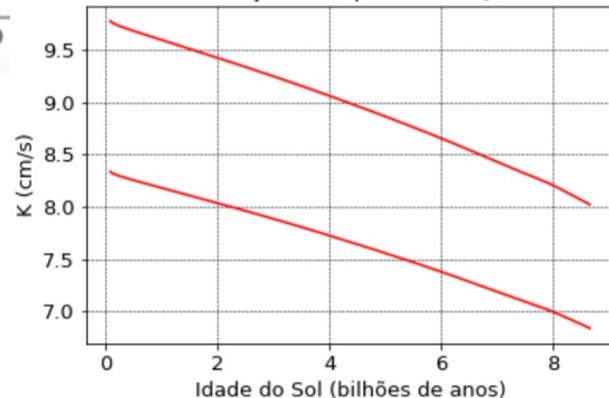


Para uma estrela de massa igual à do Sol, o planeta deveria ter uma massa maior do que duas massas terrestres para ser detectado.

A massa (K) para estrelas de diferentes massas

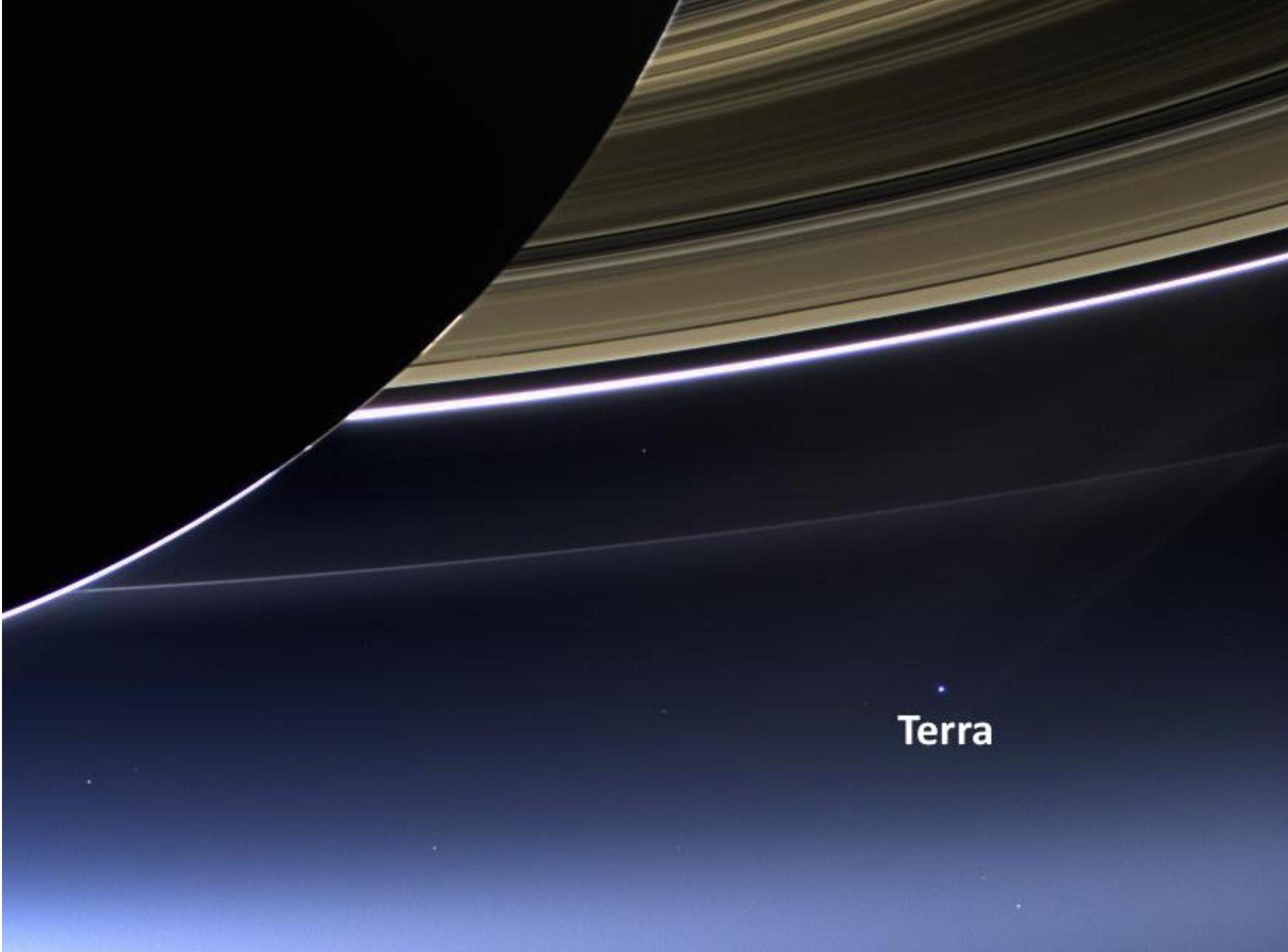


Varição de K (para $m = m_{\oplus}$)



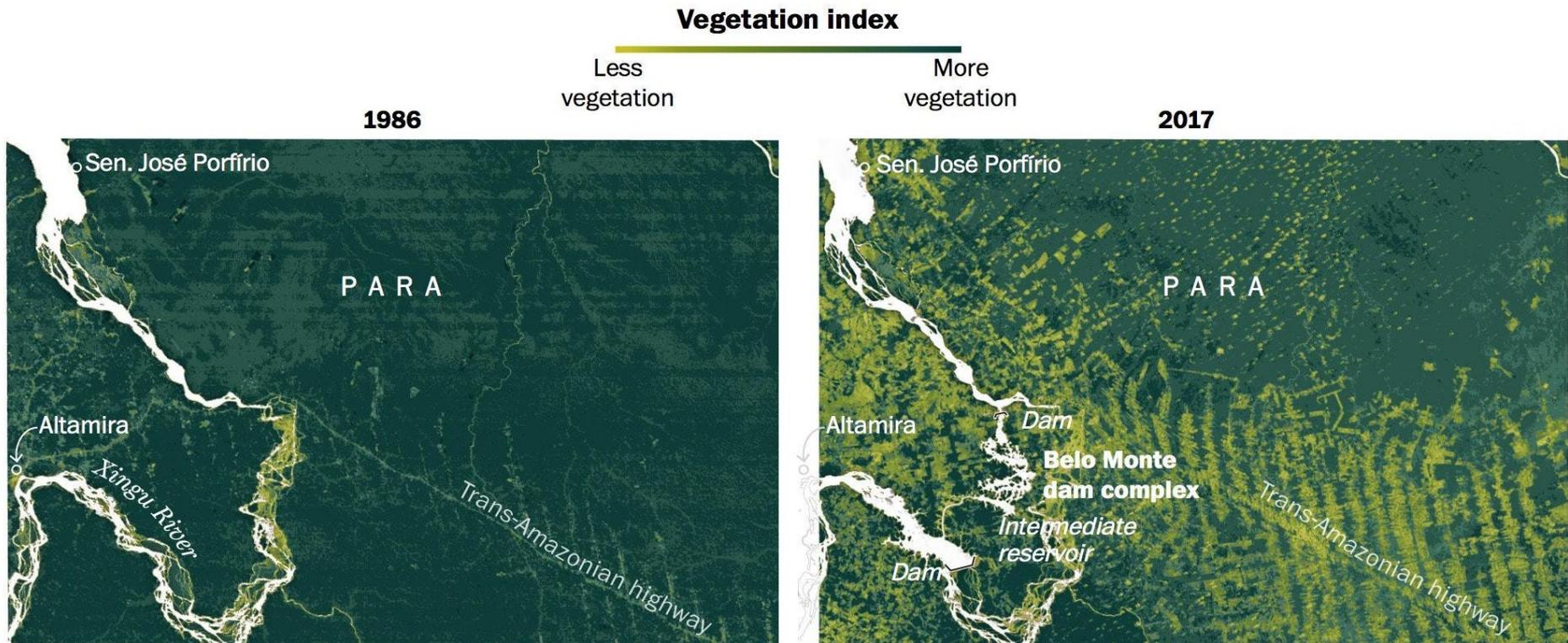
Muitos planetas rochosos mas apenas
uma Terra





Terra

Desmatamento no Brasil com dados do Landsat da NASA



(c) The Washington Post



São Paulo
19/ago/2019
15:00

Análise química: Sim, fumaça das queimadas



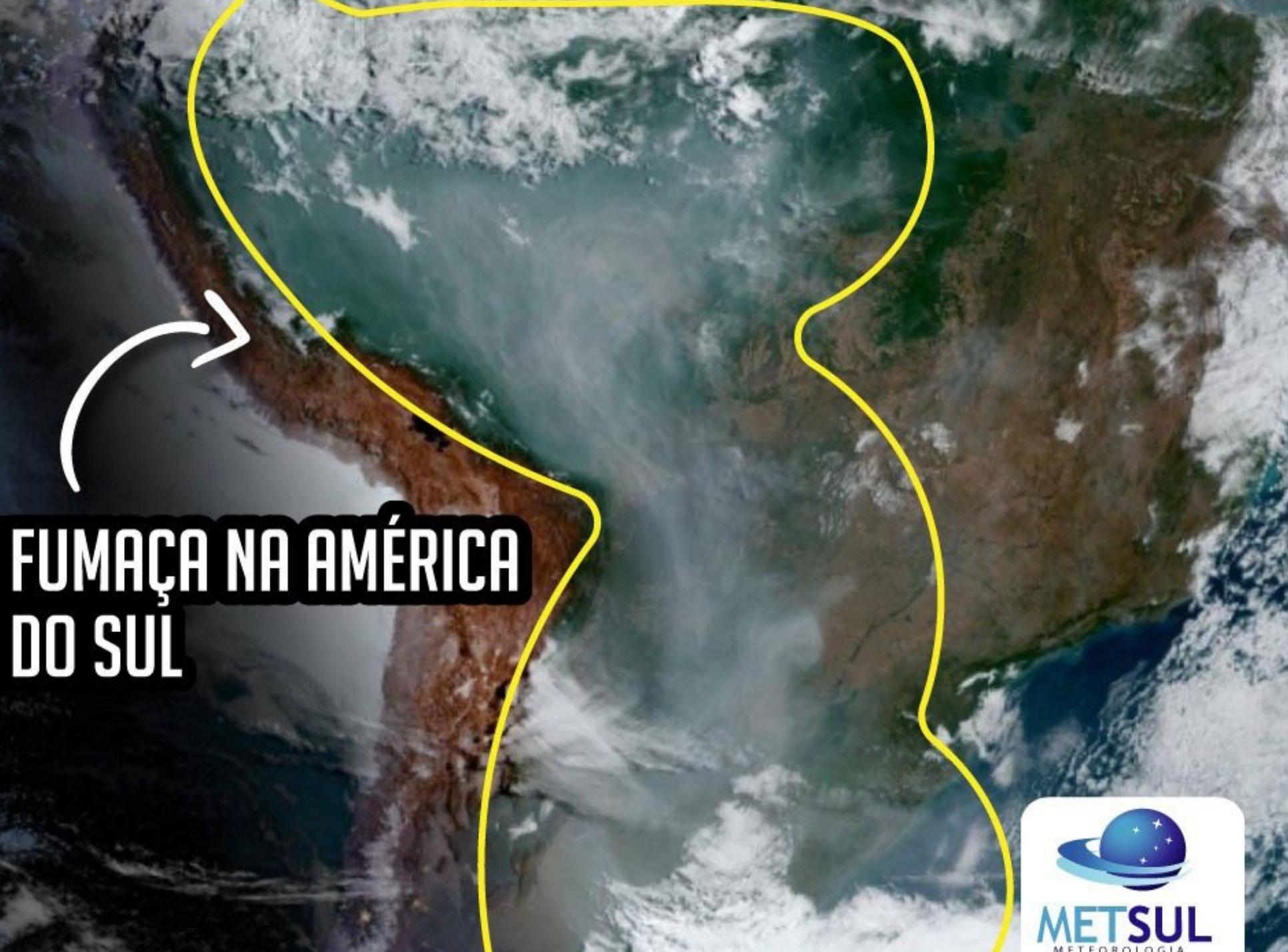
Astronomia USP Brasil @AstroUSP · 21 de ago

A influência das queimadas no dia que a cidade ficou escura.

Em SP, água da chuva fica escura pela fumaça de queimadas. "Quando a gente vê reteno na amostra, tem influência de queimadas", explicou a Profa. Vasconcellos, do Instituto de **Química** da USP:



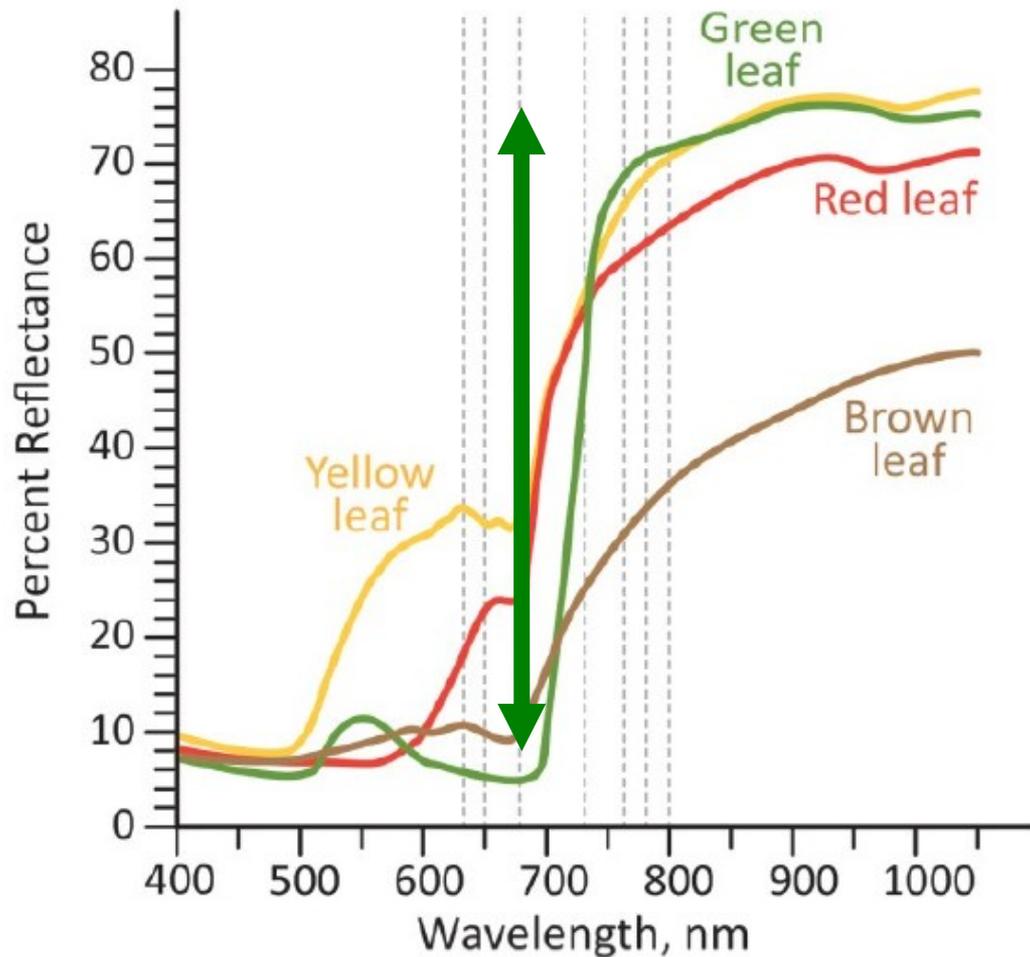
Em SP, água da chuva fica escura por causa de fumaça de queimadas
Na segunda-feira (19), o céu escureceu de maneira atípica no meio da



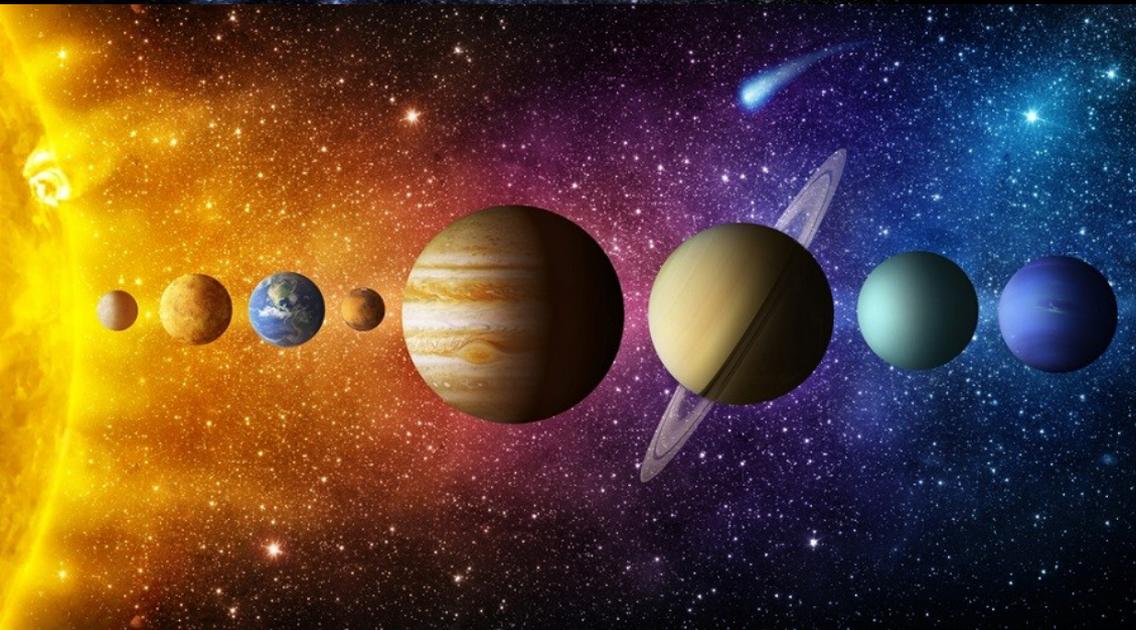
**FUMAÇA NA AMÉRICA
DO SUL**



Assinatura no espectro da Amazônia



Uma jornada épica no estudo do universo: formação da nossa galáxia há 12 bilhões de anos, Sistema Solar há 4,6 bilhões de anos, oxigênio há 1 bilhão de anos, vida complexa há 500 milhões de anos, “descoberta” do Brasil há 500 anos, pós-graduação no Brasil há 50 anos



"Ciência não é uma questão de esquerda vs direita, mas da sobrevivência e prosperidade da humanidade"



Jorge Melendez
@DrJorgeMelendez

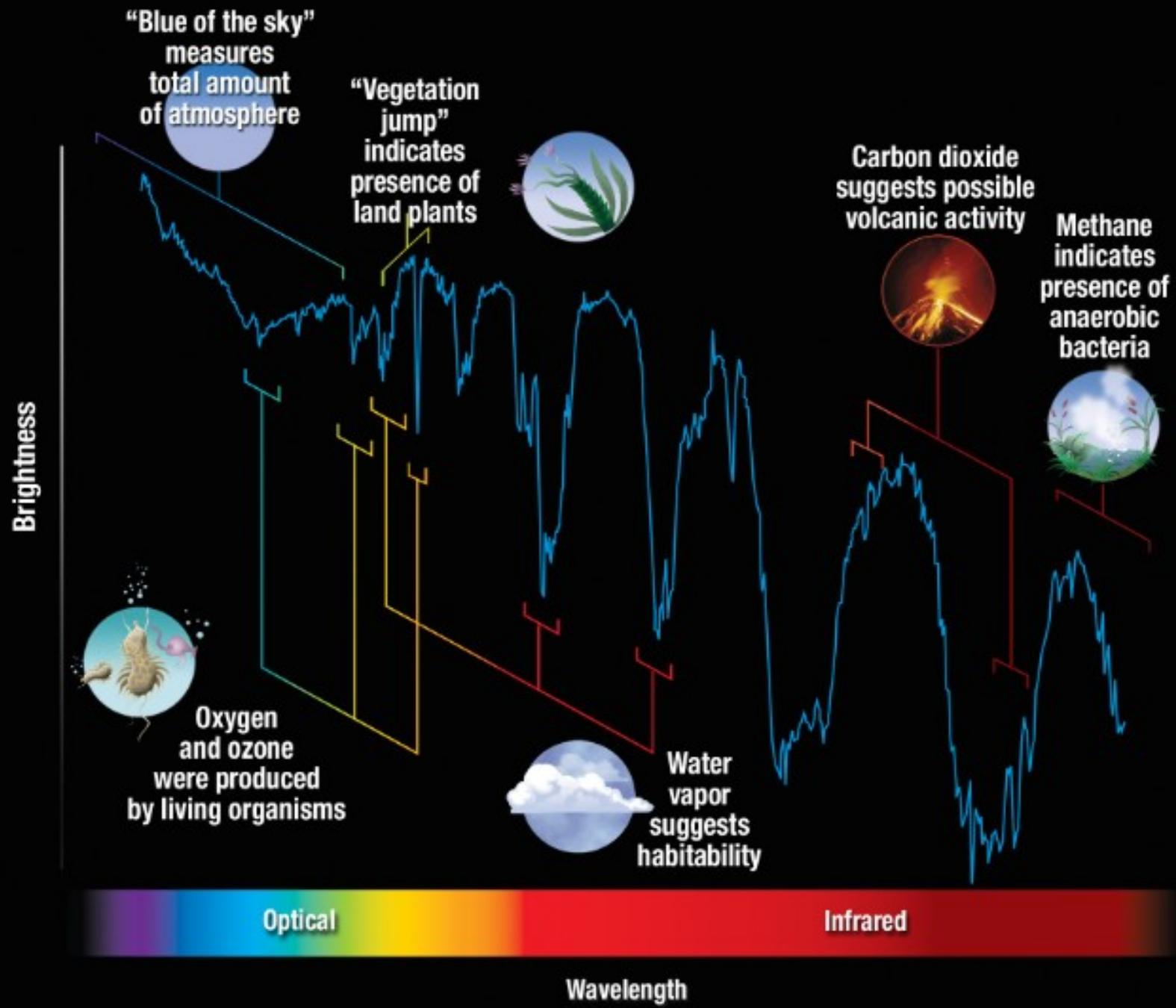


Editorial da revista Nature: Cientistas, inclusive aqueles perseguidos por governos por divulgar a verdade, devem reafirmar seu valor para a sociedade. "Ciência não é uma questão de esquerda vs direita, mas da sobrevivência e prosperidade da humanidade":

E-mail: jorge.melendez@iag.usp.br

 [@DrJorgeMelendez](https://twitter.com/DrJorgeMelendez)





SETI

Search for Extraterrestrial Intelligence

- Passive SETI: detect signals sent by other civilizations
- Active SETI: send messages to other civilizations
- How many planets out there?
- How many rocky planets?
- How many are habitable?
- How many civilizations?

