

A Pluralidade dos Mundos

2024 - 2025

Sintra

Nuno Fernandes
Astrónomo amador



- 1 – Planetas no Universo
- 2 – Mecânica Celeste
- 3 – Fomalhaut e o seu sistema planetário
- 4 – Em busca de uma nova Terra
- 5 – Habitabilidade dos Exoplanetas
- 6 - Exoplanetas: O que são?
- 7 – Estrelas e Exoplanetas
- 8 - Próxima b
- 9 - Os Segredos dos exoplanetas
- 10 - Em busca de Vida Inteligente

Capítulo 1

Planetas no Universo

O primeiro Exoplaneta em redor de um sol

Nome: 51 Pegasi b

Diâmetro: 60000-140000

M(kg): $8,9215 \times 10^{26}$

Distância $\frac{1}{2}$ (km): 7900000

Po (dias): 4,23

Temp. $\frac{1}{2}$: 1200 °C

E: 0

Vo (km/s): 136

Distância de 51 Pegasi: 50 al ($4,750000079 \times 10^{14}$ km)



Capítulo 2

Mecânica Celeste

A Mecânica Celeste, permite um estudo aprofundado de como os sistemas planetários funcionam.

$$\text{Alfa}'' = d \times 1296000'' / 2r \times 3,14$$

$$W'' = d/U \times 1296000''$$

Sabendo a distância em unidades astronómicas, calcula-se o $U = 2r \cdot 3,14$ (km). $P = 6,28 r / v$ e $v = 6,28 r / P$.

Terra: d (km): 149500000

$$V = 29,797 \text{ km/s}$$

$$U = 938860000 \text{ km}$$

$$W'' = 29,797 \times 1296000 / 93886000 = 38616912/938860000 = 0,0411''/\text{s}.$$

$$V = U/t \text{ (km/h)}$$

$$R^3(\text{UA})$$

$$T^2(\text{A})$$

$$T^2/R^3 \text{ (s}^2/\text{m}^3\text{)}$$

Toda a Mecânica Celeste se aplica à Exoplanetologia.

Capítulo 3

Fomalhaut e o seu sistema planetário

Fomalhaut e o seu sistema planetário

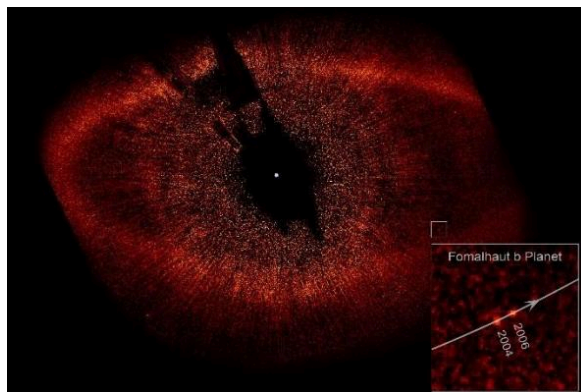
Fomalhaut (alfa Piscis Austrinis)

Distância (al): 25

Idade (anos): 400e6 Disco

protoplanetário: 130-160 ua

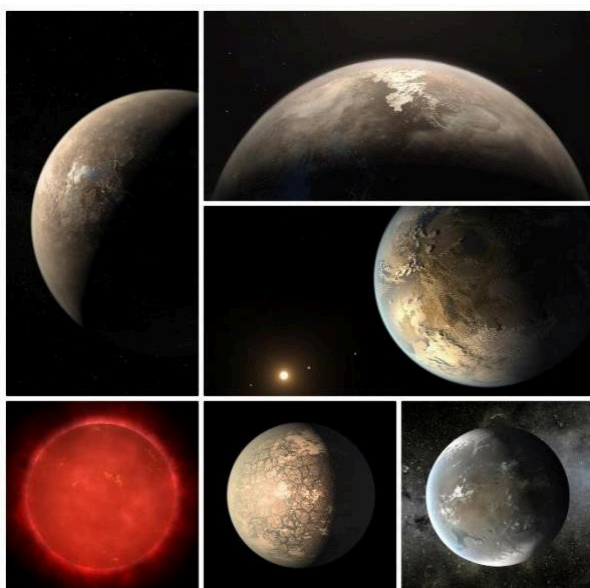
Fomalhaut b: dist.: 133 ua.



Capítulo 4

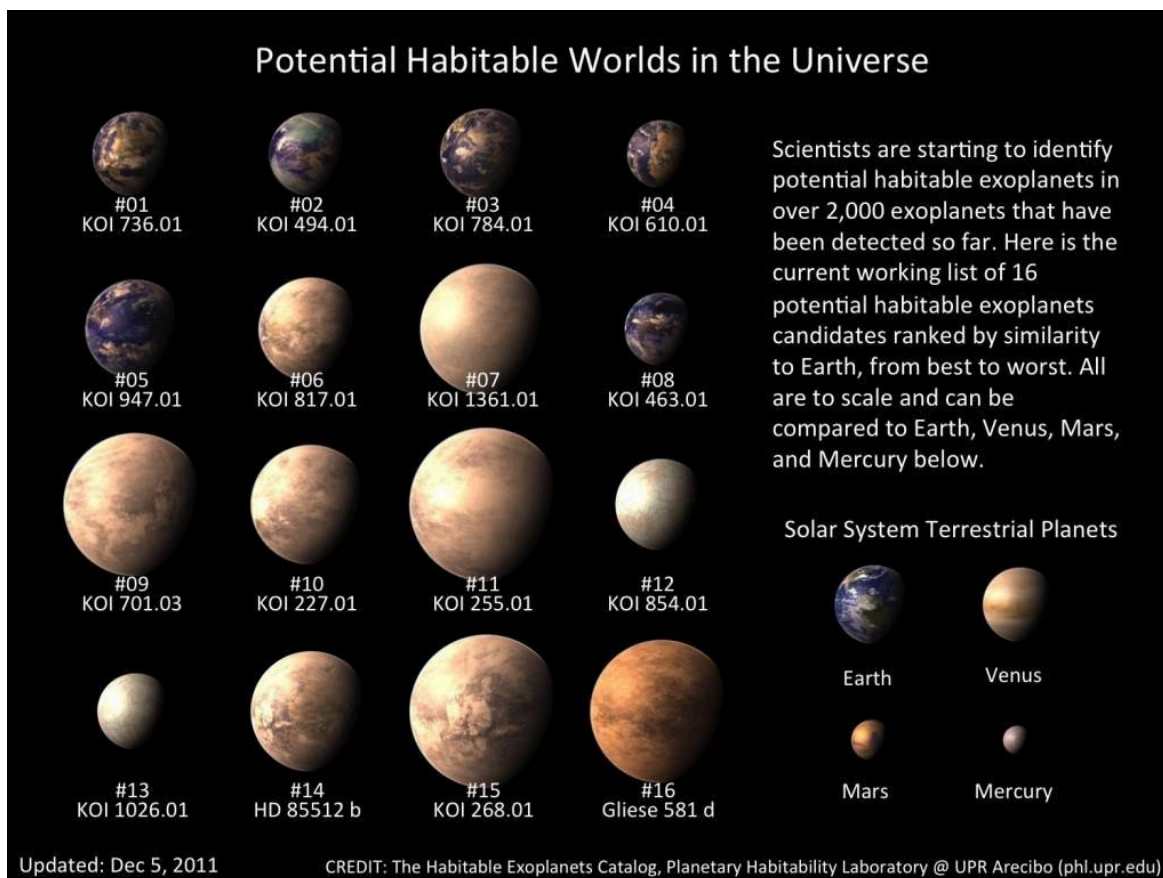
Em busca de uma nova Terra

Nome	M(T)	Po(d)	Temp.(°C)	Dist. (al)	(pc)	p(“)
Prox.b.	>1,3.	11,2.	-38.	4.	1,227.	0,816
G 687Cc	>3,8.	28.	4,3.	23,6.	7,24.	0,138
T-1f.	0,7.	9,2.	-54.	39,5.	12,11.	0,0826
K-62f.	2,8.	267.	-85.	1200.	368,09	0,00272
K-186f.	1,4.	130.	-85.	558.	171,16	0,00584
Ross 128b	>1,4	10.	-60/21.	11.	3,374	0,3



Capítulo 5

Habilidade dos Exoplanetas



Mundos potencialmente habitáveis no Universo

A habitabilidade dos Exo planetas, depende da luminosidade da estrela do sistema planetário em que esses planetas existem.

2016	Raio terra	Número
Terra	<1,25 RT	958
Super terra	1,25 -2	1322
Neptuno	2 - 6	1592
Júpiter	6 -15	209
Maior Júpiter	15 -25	72

Distância interna = $0,7 \times r_q$. Ls

Distância externa = $2 \times r_q$. Ls.

Planeta.

Estrela

M (Mj)	T(Rj)	Dist. A estrela	Ms.	Idade c. Sol
1%:<1.		4% <0,4.	4%<1	
1%~1.	24%<	10%~1.	8%~1.	21% +jovem
9,1-10,4.	33%o.	14%<3.	61%1-3.	23% id. Sol
10,5-11,7.	43%>	31%3-9.	21%3-4.	56%+ velha
11,7-13.		55%>9.	5%4-4,5	

Tabela de exoplanetas (2010)

Capítulo 6

Exoplanetas: O que são?

Exoplanetas são planetas que orbitam ao redor de outras estrelas que não o Sol e por isso também podem ser chamados de planetas extrassolares. Atualmente estima-se que no universo em expansão existam 50 bilhões de galáxias, as quais abrigam milhares de estrelas, o que, por sua vez, pressupõe a existência de um número incontável de exoplanetas.

Desde 1995, quando astrónomos suíços realizaram a descoberta do primeiro exoplaneta no sistema de uma estrela como o nosso Sol, batizado de 51 Pegasi b, já foram detectados, até fevereiro de 2013, 861 exoplanetas . A descoberta destes planetas pelo universo marcou o nascimento de um novo e proeminente campo da astronomia, a

exoplanetologia, que visa o estudo dos sistemas planetários de outras estrelas para uma melhor compreensão do universo e de sua formação. Ela desenvolve-se a partir de dois objetivos. Por um

lado, procura comparar o sistema solar a outros sistemas planetários para entender a sua evolução e, por outro lado, busca, desta vez recorrendo à coleta de dados estatísticos, saber se o nosso sistema é um fenômeno frequente ou raro no universo. Estes conhecimentos também são imprescindíveis para se tentar avaliar a possibilidade de existência de vida em outras partes do universo. O questionamento sobre a existência de outros planetas e de vida fora da Terra não é recente. Dos pensadores gregos, Epicuro acreditava ser impossível não existirem “seres vivos, plantas e outras coisas que vemos neste mundo” nos outros infinitos mundos. Além dele, Demócrito e Aristóteles também acreditavam que a vida é um fenômeno universal e que estaria presente para além da Terra. No Renascimento, o herético Giordano Bruno não defendia apenas que o mundo (o universo) era infinito, mas argumentava que era povoado por infinitas estrelas e por outros planetas, onde existiria vida inteligente. O astrônomo inglês William Herschel, que no século 18 descobriu o planeta Urano e catalogou uma série de nebulosas, acreditava que até mesmo o sol poderia ser habitado.

Na literatura de vulgarização científica ou em produções de ficção-científica, os franceses Bernard de Fontenelle, no século XVII, Nicolas Camille Flammarion e Julio Verne, no século XIX, em suas obras, respectivamente, *Entrevista sobre a pluralidade de mundos* (1686), *A Pluralidade de mundos habitados: estudo onde se expõe as condições de habitabilidade de terras celestes discutidas sob o ponto de vista da astronomia, da fisiologia e da filosofia natural* (1862) e *À volta da Lua* (1869), abordam a existência de vegetação e vida em outros planetas e na Lua. O escritor norte-americano H. G. Wells, em plena febre que tomava o seu país quanto à possibilidade de existência de vida em Marte, conta no romance *A guerra dos mundos*, de 1898, a invasão marciana à Terra para exterminar a humanidade e

controlar o planeta e suas riquezas naturais. No nascimento do cinema, Georges Méliès, em seu *Le Voyage dans la Lune*, de 1902, baseado nas obras de Verne, mostra o satélite da Terra povoado por uma estranha civilização.

Nas últimas décadas do século XX, a busca por outros sistemas planetários sai do

plano teórico, hipotético e ficcional graças à inovações tecnológicas desenvolvidas tanto na Terra quanto na órbita terrestre. Elas vão permitir a detecção de exoplanetas por meio de métodos e técnicas que driblam o principal problema colocado naquele momento: a impossibilidade de se visualizar diretamente os exoplanetas. As estrelas, por serem grandes e brilhantes são perceptíveis aos grandes telescópios, mas os planetas, pequenos e escuros, não. Para detectar exoplanetas, os astrônomos vão se beneficiar do aperfeiçoamento da tecnologia dos telescópios, tais como o CCD (Charge-Coupled device) e o processamento de imagens permitido pelos computadores (Mason, 2008).

Estas tecnologias permitirão medições mais precisas do movimento estelar e observar os efeitos gravitacionais que os exoplanetas exercem sobre as estrelas ao redor das quais orbitam. As técnicas mais utilizadas são a astrometria⁵ e a velocidade radial⁶. Os exoplanetas também podem ser detectados por meio da variação da luminosidade

aparente da estrela, resultante da passagem do planeta defronte à sua estrela (método do trânsito). Após 2005, serão empregados métodos de imagem direta, combinando sistemas de ótica adaptativa (correção em tempo real dos efeitos criados pela atmosfera terrestre na imagens celestes observadas) e de coronografia estelar. A coronografia permite atenuar a luz de uma estrela para se observar objetos menos brilhantes que gravitam ao seu redor. Métodos de imagem em infravermelho também serão empregados para produzir imagens

diretas dos exoplanetas.

Após algumas “descobertas” refutadas pela comunidade astronômica devido a erros de cálculos ou à falta de provas, em 1993, o astrônomo polaco Aleksander Wolszczan e sua equipe detectam, em pesquisas no radiotelescópio de Arecibo (Porto Rico), dois planetas ao redor do pulsar PSR 1257+12, descoberto em 1990 na constelação de Virgem, a 890 anos-luz do Sol. De massa estimada em três vezes a da Terra, os planetas foram detectados devido a anomalias no período de pulsação da estrela de neutrões, o que cálculos comprovaram serem causadas pela presença dos planetas.

A descoberta causou grande surpresa pois acreditava-se que pudesse haver planetas apenas ao redor de “estrelas normais” como o nosso sol. Os pulsares são estrelas de neutrões com uma massa ultracompacta e rotação muito rápida, que emitem um feixe de luz como um farol. Eles surgem de uma supernova, ou seja, da explosão de uma “estrela normal” que, segundo a teoria, destruiria também os planetas que compõem aquele sistema. No caso de PSR 1257+12, especula-se que os planetas sejam gigantes gasosos

O CCD (Charge-Coupled device) é um sensor de captação de imagens formado por um circuito integrado que contém uma matriz de capacitores acoplados. Este captor fotográfico converte radiações eletromagnéticas (luz visível, infravermelho ou ultravioleta) em um sinal elétrico analógico que depois é convertido em digital para a obtenção de uma imagem digital. Esta tecnologia é empregada nos satélites, nos modernos telescópios e nas

máquinas de fotografia digital.

5 Método mais antigo para se detectar exoplanetas, a astrometria envolve a medição do movimento próprio da estrela em busca dos efeitos ou perturbações causadas por outros corpos celestes ao seu redor. Pelo fato destes serem variações tão pequenas, até 2008, os instrumentos não forneciam medições confiáveis.

6 O método de velocidade radial mede variações na velocidade com a qual a estrela se afasta ou se aproxima do planeta Terra. A influência gravitacional de um planeta sobre a sua estrela provoca um ligeiro movimento de vai-e-vem nesta, que pode ser percebido no seu espectro luminoso, devido ao efeito Doppler (o mesmo utilizado por Hubble para provar que o universo estava em expansão).

(como o planeta Júpiter) que com a supernova perderam os gases, restando seus núcleos rochosos, ou então que os planetas teriam se formado da própria supernova. A descoberta de Wolszczan mostra como o estudos dos exoplanetas traz para a astronomia

novos dados sobre a evolução do universo e a possibilidade de algo teoricamente inesperado ocorrer.

Parecidos, mas não tanto

O primeiro exoplaneta descoberto ao redor de uma estrela “normal” teve sua detecção anunciada, em outubro de 1995, pelos astrônomos suíços Michel Mayor e Didier Queloz, do Observatório de Genebra. 51 Pegasi é uma estrela da constelação de Pégaso, a 50 anos luz do Sol e que pode ser vista a olho nu. Trata-se de uma anã amarela mais velha que o nosso Sol, com 7,5 bilhões de anos (o Sol possui 4,6 bilhões de anos). O primeiro exoplaneta recebeu o nome de 51 Pegasi b e é chamado informalmente de Belerofonte. Ele possui uma massa comparada a do planeta gigante Júpiter (317,8 vezes a massa da Terra), com uma temperatura de superfície em torno de 1.200°C. A grande maioria dos exoplanetas já detectados é como 51 Pegasi b e devido às suas características físicas são chamados de “Júpiteres quentes”.

Apesar de Pegasi ser uma estrela como o nosso Sol, seu sistema planetário é diferente do solar. O exoplaneta que possui a massa de Júpiter está mais próximo de sua estrela do que o planeta Mercúrio (menor planeta do sistema) está do Sol: a distância de Mercúrio ao Sol é de 55 milhões de quilômetros; 51 Pegasi b está a 7,5 milhões de quilômetros de sua estrela. Enquanto Mercúrio demora 88 dias para dar uma volta completa em torno do Sol (movimento de translação ou revolução), o exoplaneta o faz em somente quatro dias.

Outro exoplaneta da constelação de Pégaso fez história na exploração de planetas fora do sistema solar. Chamado informalmente de Osíris, o exoplaneta HD 209458 b, a 150 anos-

lus do Sol, foi o primeiro a ser descoberto em 1999 pelo método de trânsito e a ser observado por espectroscopia direta por duas equipes, uma liderada pelos astrónomos norte-americanos Timothy Brown e David Charbonneau, da Universidade de Harvard, e a outra por Gregory W. Henry, também norte-americano e pesquisador da Universidade do Estado do Tennessee. Mas o aspecto pioneiro mais importante em relação à Osíris, outro Júpiter quente, é que ele foi o primeiro exoplaneta cuja atmosfera pode ser parcialmente analisada. Em 2001, Brown e Charbonneau, após uma série de observações utilizando o Telescópio Espacial Hubble, detectaram sódio na atmosfera do planeta. Oxigénio e carbono foram detectados em 2003 e vapor de água, em 2007. Se pudesse ser visto, Osíris se pareceria mais com um cometa do que com um planeta. Por estar muito próximo de sua estrela, o gigante gasoso está perdendo sua atmosfera devido aos ventos e radiações que emanam de sua estrela, o que faz sua aparência lembrar a de um cometa.

À época em que a atmosfera de Osíris foi analisada, quase uma centena de exoplanetas já haviam sido detectados. As técnicas se aperfeiçoavam e agora começavam a permitir a detecção dos elementos que compunham a atmosfera dos planetas, despertando nos astrónomos caçadores de planetas a ambição de encontrar entre os exoplanetas aquele que poderia conter vida. Para encontrá-lo, investiram na busca de planetas que teriam em sua atmosfera elementos químicos imprescindíveis para a formação da vida e sobretudo água. Além disso, procuravam planetas que estivessem no que chamam de zonas habitáveis, ou seja, localizados a uma distância similar da distância da Terra ao Sol, porque neles poderiam encontrar temperaturas favoráveis para água estar em estado líquido.

A primeira foto de um exoplaneta é divulgada em 2004. Trata-se do planeta 2M1207 b que orbita em torno da estrela anã castanha 2M1207, na constelação de Centauro, a 230 anos-luz da Terra. Foi o primeiro exoplaneta descoberto pela equipe do astrônomo Gaël Chauvin, com o auxílio de uma câmera infravermelha de um dos telescópios de 8,2 metros do Very Large Telescope (VLT), do European Southern Observatory (ESO), localizado no deserto de Atacama, no Chile. Estima-se que tenha de 3 a 10 vezes a massa de Júpiter, seja extremamente quente (1.300°C) e esteja a uma distância de sua estrela que equivaleria a de Ptolomeu ao Sol. Seu espectro infravermelho indica a presença de moléculas de água na sua atmosfera. A luminosidade do exoplaneta é 100 vezes mais fraca que a de sua estrela, a anã castanha 2M1207. Por isso, quando foi descoberto, aventou-se a possibilidade de se tratar de um caso de duplo óptico, ou seja, duas estrelas que parecem estar no mesmo sistema quando na verdade estão muito distantes uma da outra. No entanto, as observações do VLT e do Telescópio Espacial Hubble afastaram esta hipótese.

A busca de novas Terras

A evidência de um planeta similar à Terra aparece em 2006. Pela primeira vez foi anunciada a detecção de um exoplaneta completamente diferente dos 170 gigantes quentes encontrados até aquele momento. A equipe internacional liderada pelo francês JeanPhilippe Beaulieu, do Instituto de Astrofísica de Paris, utilizando o método de lentes gravitacionais, detectou o exoplaneta OGLE-2005-BLG-390Lb, que é um planeta de tipo telúrico, ou seja, um planeta que possui núcleo, superfície rochosos e atmosfera como a Terra, com uma massa de 3 a 11 vezes maior que esta. Localizado a 22 mil anos-luz, na constelação de Escorpião, próximo do centro da Via Láctea, este exoplaneta orbita ao redor de uma anã vermelha, uma pequena e antiga estrela com

massa menor do que a metade da massa do Sol e com uma luminosidade que atinge um décimo da luminosidade solar. Por isso, OGLE-2005-BLG-390Lb é um planeta frio, com temperaturas de -220°C . Embora seja mais frio que Plutão, era, até então, o exoplaneta cujas características mais se aproximavam da Terra.

Na constelação de Libra, a 20 anos-luz do Sol, está a estrela Gliese

581. Esta anã vermelha possui cerca de um terço da massa solar e é mais “fria” que o Sol. Quase 80% das estrelas da Via Láctea são deste tipo. Gliese 581 tornou-se famosa quando, em 2007, uma equipe de astrônomos da França, Portugal e Suíça, liderada por Stéphane Udry e Michel Mayor, do Observatório de Genebra, anunciou a detecção do exoplaneta Gliese 581c, apelidado de “Super-Terra”. Para a descoberta, os astrônomos utilizaram o mais moderno e preciso espectógrafo, o HARPS, instalado no Observatório La Silla, no Chile, pertencente ao ESO, e a técnica de velocidade radial.

Estima-se que Gliese 581c seja um planeta rochoso, cinco vezes maior que a Terra, eventualmente recoberto de oceanos, com uma gravidade na superfície 2,15 vezes mais forte que terráquia, o que permitiria a retenção de uma atmosfera. A uma distância de 10 milhões de quilômetros de sua estrela, o exoplaneta possui um movimento de translação de 13 dias. Devido ao fato de Gliese 581 ser uma estrela menos luminosa que o Sol, o exoplaneta situa-se no interior da zona habitável do sistema planetário.

Hipóteses indicam que o exoplaneta possa estar sempre com a mesma face voltada

para sua estrela, pois teria uma rotação sincrônica com Gliese 581. Esta característica faria com que o exoplaneta apresentasse consideráveis diferenças de temperatura pois uma face estaria sempre iluminada e a outra não. É na região entre as duas faces que os astrônomos acreditam poder haver um clima moderado, propício para o surgimento da vida, com

temperaturas que oscilem de -3°C a 40°C , o que permitiria a existência de água em estado líquido. Segundo a Nasa, tais características fazem de Gliese 581 c um forte candidato às missões tripuladas ou para o envio de sondas, caso fosse possível viajar a distâncias tão grandes.

Ao todo, até seis planetas podem orbitar Gliese 581 (em ordem crescente a partir da estrela) : Gliese 581 e, Gliese 581 b, Gliese 581 c, Gliese 581 g, Gliese 581 d e Gliese 581 f. Destes, estima-se que Gliese 581 g, Gliese 581 d, detectados respectivamente em 2010 e 2009, também possam abrigar vida, uma vez que se encontram na zona habitável do sistema planetário.

Ambas são consideradas “Super-terras”, só que Gliese 581 d está no limite da zona habitável e poderia abrigar vida caso um efeito estufa tenha contribuído para o aquecimento do planeta. Já Gliese 581 g é uma das mais favoritas a ser uma nova Terra, mas para isso sua detecção precisa ser confirmada pela comunidade astronômica.

Anunciada em 2010, a descoberta de Gliese 581g foi realizada após uma década de observação pela equipe de Steve Vogt (Universidade da Califórnia, em Santa Cruz) e de Paul Butler (Instituto Carnegie de Washington), dentro do quadro de monitoramento de exoplanetas do Lick-Carnegie Exoplanet Survey, projeto de pesquisa financiado pela Nasa e pela National Science Foundation (NSF), ambas agências do governo estadunidense. A detecção contou com observações do telescópio Keck 1, do Observatório W. M. Keck, no Havaí, e do telescópio de 3,6 metros do Observatório de La Silla, do ESO, no Chile.

Pelos dados apresentados, mas ainda não confirmados, Gliese 581 g parece ser um

planeta rochoso e com massa três vezes superior à da Terra e diâmetro estimado entre 1,2 a 1,4 vezes maior que o terrestre. Tal configuração permitiria o planeta ter gravidade suficiente para a formação de uma atmosfera. A temperatura do exoplaneta, partindo-se do pressuposto que tenha uma atmosfera, seria de -37 a -12 °C, ou mais elevadas, caso houvesse a ação de um efeito estufa. Assim como Gliese 581c, supõe-se que o exoplaneta tenha rotação sincrônica com sua estrela, o que permitia a existência de áreas de clima temperado onde a região sempre iluminada se encontra com a região sempre escura. A descoberta deste exoplaneta foi a mais divulgada pela mídia. O responsável pela detecção, o astrônomo Steve Vogt, chegou a declarar para uma entrevista ao jornal The New York Times, à época do anúncio da descoberta, que “as chances de vida neste planeta são de 100%” . Apesar da precisão dos modernos instrumentos utilizados pela equipe de Vogt, o astrônomo suíço Francesco Pepe, durante o Congresso da União Astronômica Internacional, de outubro de 2010, apresentou uma pesquisa na qual o seu grupo afirma não ter encontrado evidências da existência de Gliese 581 g. Mesmo com a contrariedade, Vogt e sua equipe continuam a reafirmar a existência do exoplaneta que para sua aceitação pela comunidade astronômica necessita de mais dados.

No final de 2010, mais de 500 exoplanetas já haviam tido sua descoberta

reconhecida. A procura feita a partir dos grandes telescópios da superfície da Terra foi reforçada do espaço, desde 2003, pelo Telescópio Espacial Hubble. Em 2003, foi lançado pela Nasa o telescópio espacial Spitzer (desde 2003) e depois em 2006, a Agência Espacial Européia colocou em órbita o satélite europeu Corot, dedicado exclusivamente para a detecção de exoplanetas e que conseguiu inserir 22 astros na lista dos exoplanetas descobertos. Por fim, em 2009, novamente a Nasa, lança o

telescópio espacial Kepler, que em 2012 já havia detectado mais de 2.717 potenciais exoplanetas.

Banco de dados exoplanetário

A quantidade de exoplanetas descobertos (861 em fevereiro do ano 2013) já permite a formação de bancos de dados que concentram as informações coletadas das últimas duas décadas de exploração exoplanetária. Elas estão disponíveis na internet nos sites Encyclopaedia (exoplanet.eu), o Exoplanet Data Explorer (exoplanets.org) e a NASA Kepler Mission (kepler.nasa.gov).

Com base nestes dados, desde 2001, o Laboratório de Habitabilidade Planetária

(PHL), da Universidade de Porto Rico, em Arecibo, produz o Catálogo de Exoplanetas Habitáveis . Este catálogo identifica planetas que poderiam ser objeto de interesse para a busca de vida ou novos potenciais exoplanetas habitáveis, incluindo exoluas, e os classifica de acordo com diversos índices de habitabilidade, como o Earth Similarity Index – ESI (Índice de Similaridade da Terra), o Habitable Zones Distance – HZD (Distância de Zonas Habitáveis) e o Global Primary Habitability – GPH (Habitabilidade Global Primário).

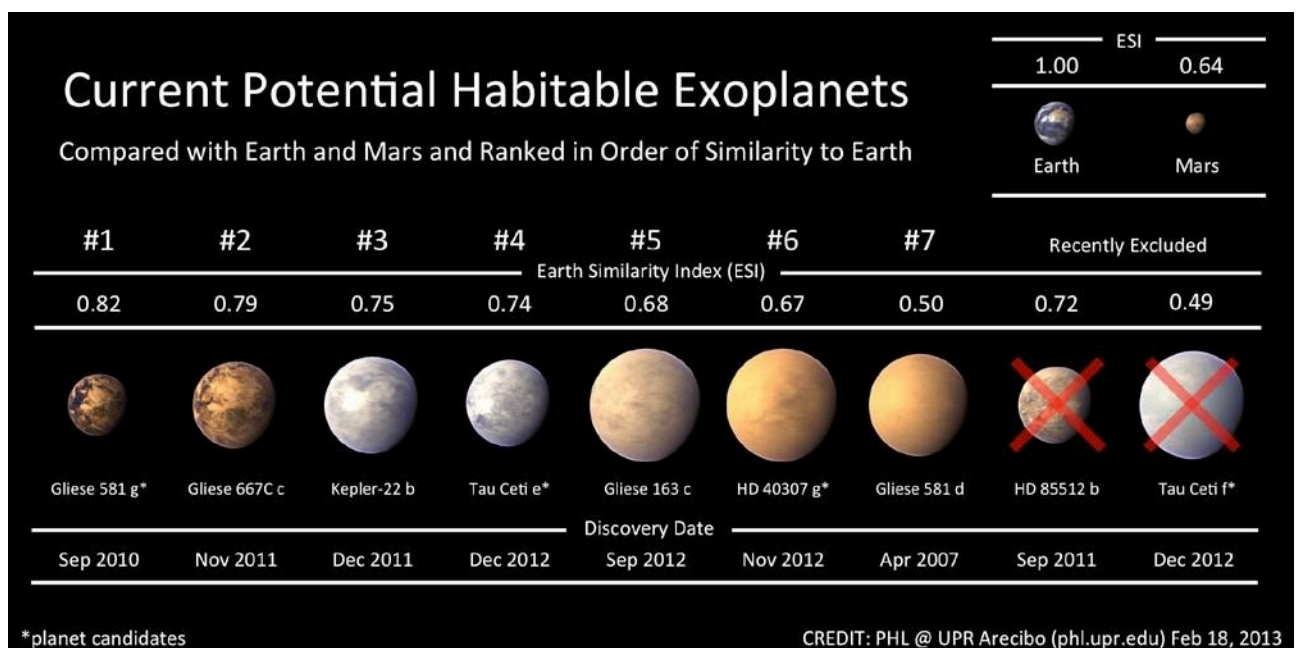
O Índice de Similaridade com a Terra varia de “0” a “1”, onde zero significa

nenhuma similaridade e um, idêntico à Terra. Ele é obtido a partir de uma função que tem como variáveis o raio, a densidade, a velocidade de escape (velocidade para se escapar da atmosfera) e a temperatura da superfície do planeta. De acordo com estes parâmetros, o planeta Marte, vizinho da Terra, tem um índice de 0.64. Segundo os criadores do índice, valores acima de 0,5 referem-se a planetas considerados potencialmente habitáveis, que poderiam abrigar ao menos vida microbiana. Já os valores acima

de 0,8 indicam planetas adequados para vida mais complexa, como plantas e animais.

Na última atualização do Catálogo de Exoplanetas Habitáveis , de 18 de fevereiro de 2013, figuram sete exoplanetas como potenciais mundos habitáveis, os que provavelmente poderiam abrigar vida, ou seja, os exoplanetas cujos índices de similaridade da Terra mais se aproximam do número “1”. A classificação também indica que dos 2.717 exoplanetas detectados pela NASA Kepler Mission e que ainda aguardam para ser referendados pela comunidade astronômica, 18 são potenciais mundos habitáveis. Ainda aponta que das 188 exoluas detectadas, 23 estão entre os astros que poderiam abrigar a vida, embora não haja nenhuma observação realizada até agora destas luas; o número baseia-se na hipótese dos júpiteres quentes detectados poderem possuir satélites artificiais orbitando ao seu redor, exatamente como ocorre com os gigantes gasosos do sistema solar (Júpiter e Saturno).

Gráfico 1: Atuais Potenciais Exoplanetas Habitáveis



Fonte: Catálogo de Exoplanetas Habitáveis

No quadro acima, encontram-se, em ordem decrescente, os nomes dos sete

exoplanetas candidatos a permitirem a vida em sua superfície: Gliese 581 g, Gliese 667C c, Kepler-22 b, Tau Ceti e, Gliese 163 c, HD 40307 g e Gliese 581 d. Eles são acompanhados do mês e ano em que foram detectados (última linha) e também do seu respectivo Índice de Similaridade com a Terra (plano central do gráfico). De acordo com o gráfico, apenas Gliese 581 g seria um planeta capaz de comportar vida complexa, pois seu índice é acima de 0,8. Nos demais planetas, que possuem índices superiores a 0,5, poderia ser encontrada ao menos vida microbiana.

As imagens apresentadas dos exoplanetas pelo gráfico não são reais, uma vez que estes astros ainda não puderam ser observados diretamente. Elas foram produzidas a partir do software científico Scientific Exoplanets Renderer (SER) que gera visualizações fotorealistas dos exoplanetas a partir das propriedades físicas de suas hipotéticas atmosferas e superfícies, bem como dados de suas estrelas-mães. O software tenta reproduzir as interações físicas e químicas da luz com a matéria em escalas planetárias. É por isso que Gliese 581 d, Kepler-22 b, Gliese 163 c, HD 40307 g e Tau Ceti b são representados com atmosferas cobertas por água e densas nuvens. E os planetas do sistema Gliese (Gliese 581 g, Gliese 581 d e Gliese 163 c) são fotoretratados com uma coloração mais avermelhada, porque orbitam ao redor de uma anã-vermelha.

Vale ressaltar que na classificação acima três planetas (Tau Ceti e, HD 40307 g e o “campeão” de habitabilidade Gliese 581 g) já foram detectados, mas aguardam o consenso da comunidade acadêmica para serem aceitos como “existentes”. Todos figuram como objetos de interesse para a busca da vida e, portanto, devem ser alvo de crescentes pesquisas tanto pela exoplanetologia como pela

astrobiologia . Por fim, o gráfico apresenta dois exoplanetas que foram eliminados da categoria potenciais mundo habitáveis: HD 85512 b e Tau Ceti f. O motivo é que, embora tenham índices acima de 0,5, eles não cumprem com os novos critérios de zona habitável.

A grande “esperança da vida” fora do sistema solar continua a ser, desde 2010, o exoplaneta Gliese 581 g. Seu Índice de Similaridade com a Terra é 0,82. A “nova Terra”, ou melhor, o planeta mais similar com o nosso que os astrônomos puderam detectar, ainda permanece uma grande incógnita. Descoberto pelos estadunidenses, com os mais potentes e precisos instrumentos para a detecção dos invisíveis planetas, teve sua existência contestada e aguarda que novos dados sejam apresentados para que seja reconhecido.

Bipolítica também em expansão

O interessante a ser notado nesta breve história das detecções dos exoplanetas é que ela sinaliza o quanto a expansão dos conhecimentos humanos sobre o universo é

atravessada pela busca de vida. Como analisa Foucault, nas sociedades ocidentais, a partir do século XVIII, a vida entra no foco da política e, pelo o que se pode observar, ela continua a ocupar este local mesmo após o início da exploração espacial.

No caso da detecção de exoplanetas fica evidente que a biopolítica está em processo de expansão para além do planeta Terra. À medida que novos instrumentos possibilitaram localizar um grande número de exoplanetas e verificar que eles se tratam de um evento frequente no universo, logo emergiu a questão de se encontrar um planeta como a Terra, capaz de dar abrigo a formas de vida complexas. É importante frisar que os discursos atuais sobre a busca de outros planetas não está apenas atrelado ao desejo de se descobrir vida extraterrestre. Eles se colocam uma meta ainda

maior: encontrar um planeta que seja gêmeo da Terra, um mundo substituto que permita a vida se desenvolver tal como a conhecemos, um planeta que tenha saúde. Biopolítica? Foucault nunca imaginou que o governo da vida pudesse um dia se deslocar para fora do planeta.

Esta perspectiva de se olhar para o universo visando a busca de uma nova Terra, com saúde, talvez seja também um efeito da própria questão ecológica. Diante da ameaça à vida colocada pelos desequilíbrios ecológicos, caso os esforços para reverter este quadro não tenham eficácia, encontrar um planeta com as mesmas características da Terra seria uma saída. Embora do ponto de vista tecnológico não se tenha como viajar para outros sistemas estelares, o presente permite que se conheça qual rota a tomar daqui a alguns anos, se o fim for iminente. Saber da existência de outros planetas habitáveis, sob este ponto de vista, pode ser sinónimo de segurança para a preservação da vida.

Os discursos ecológicos que implicaram em uma série de deslocamentos políticos, económicos e culturais a partir da segunda metade do século XX, também irão

impulsionar alguns ramos da astronomia, como a exoplanetologia e a astrobiologia, nesta busca pela vida, ou melhor, de outro planeta para a vida. Neste sentido, pode-se pensar que a passagem da biopolítica para a ecopolítica inclua além do cuidado da vida no planeta, uma propensão para o cuidado da vida onde quer que ela esteja no universo em expansão. Por fim, as detecções dos exoplanetas também mostram como nas sociedades de controle nem o universo escapa das tecnologias computo-informacionais. Estrelas, planetas, atmosferas, zonas de habitabilidades também transformam-se em dados. É impressionante notar que desde a detecção do primeiro exoplaneta, em 1995, tornou-se uma prática comum dos astrónomos disponibilizarem os dados das descobertas na internet para que astrónomos de todo o mundo

possam compartilhar dados. O resultado é que hoje na internet existam pelo menos três bancos de dados com todas as informações que existem sobre exoplanetas.

Referências Bibliográficas do capítulo 6.

ASSOCIATION FRANÇAISE D'ASTRONOMIE.
L'Encyclopédie de Ciel &
Espace/Hors-Série, “Nouvelle Terre em vue!”. Paris, n° 20,
nov. de 2012.

COUPER, Heather e HENBEST, Nigel. A história da Astronomia.
Trad. de Henrique Monteiro. São Paulo: Larousse do Brasil, 2009.

KOYRÉ, Alexandre. Do Mundo fechado ao Universo infinito.
Rio de Janeiro: Forense
Universitária, 2010.

LA COTARDIÈRE, Philippe e PENOT, Jean-Pierre. Dictionnaire
de l'espace. Paris:
Larousse, 1993.

LABORATÓRIO DE HABITABILIDADE PLANETÁRIA. Catálogo de
Explanetas Habitáveis. Disponível
em:<<http://phl.upr.edu/projects/habitable-exoplanetscatalog>>.
Consultado em 17/03/13.

MASON, John W. Exoplanets - Detection,
Formation, Properties, Habitability. Berlin,
Heidelberg, New York: Springer, 2008.

MENDEZ, Abel. “Um novo banco de dados online de mundos habitáveis”.

Mapping the Habitable Universe, site do Laboratório de Habitabilidade Planetária.

Dezembro de 2011 [atualizado 30 de junho de 2012].

Disponível em:

<<http://phl.upr.edu/press-releases/anewonlinedatabaseofhabitableworlds>>.

Consultado em 18/03/2013.

THE EXTRASOLAR PLANETS ENCYCLOPAEDIA:

<www.exoplanet.eu>.

Consultado em 05/03/13.

THE NEW YORK TIMES. “New Planet May Be Able to Nurture Organisms”. 29 set. 2010. Disponível em:

http://www.nytimes.com/2010/09/30/science/space/30planet.html?_r=0>.

Consultado em 14 de março de 2013.

Capítulo 7

Estrelas e Exoplanetas

Ups Andrómeda

Massa: 1,3 Msol

Raio: 1,5 Rsol

Luminosidade: 3,5 Lsol

Idade: 3e9 anos

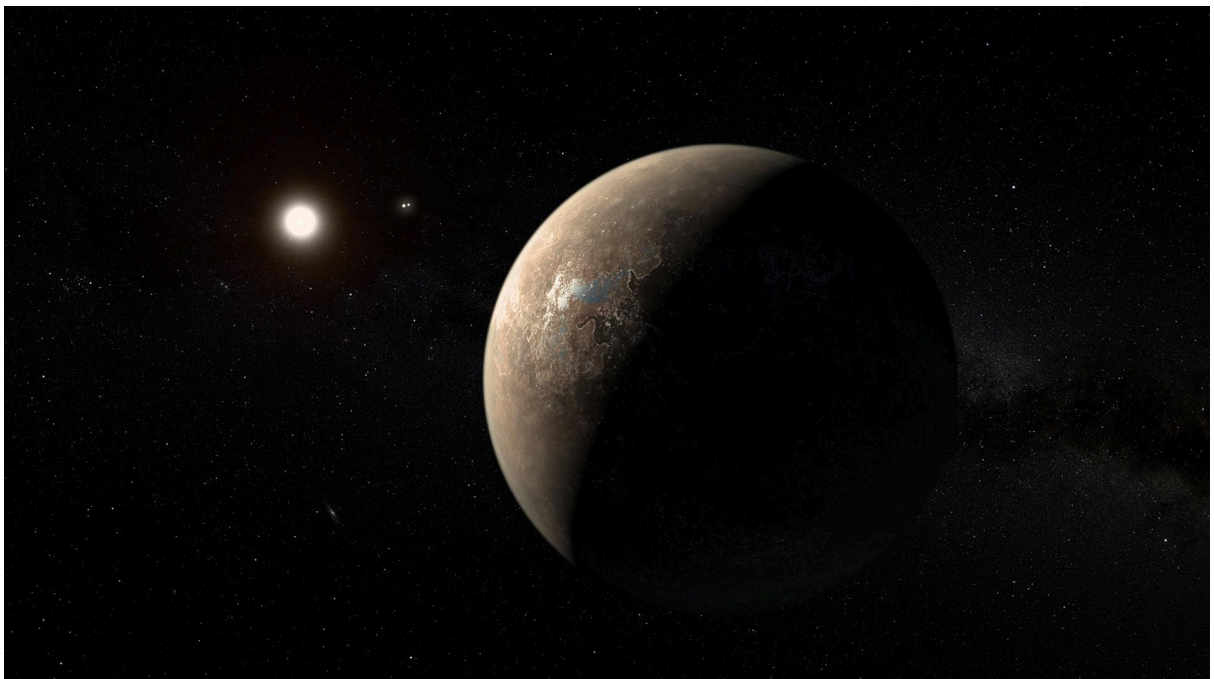
Vida total: 4,5e9 anos

Capítulo 8

Próxima Centauri b

Próxima Centauri b é um dos exoplanetas mais próximos da Terra.

Localizado na constelação Centauri a 4,2 al de distância, é um exoplaneta similar ao planeta Terra. A exoplanetologia é um dos temas científicos para a Teoria dos Antigos Astronautas, do qual eu sou.



Capítulo 9

Os Segredos dos exoplanetas

18/4/2018

Lançamento do TESS

TESS: Satélite espacial de procura de Terras.

História da Exoplanetologia

Datas (d. C)	Eventos
Séc XVI.	Giordano Bruno afirma que existem outros
Mundos no Universo	
1995.	Descoberta do primeiro exoplaneta
2018 (18/4/)	Lançamento do TESS

Estrelas: Brilho: 10^{10} vezes mais brilhantes que os planetas.

Via Láctea: Número de Planetas: 4×10^{11} ou 10^{11}

Análise: 1% de 4×10^{11} : 4×10^9 planetas ou 10^9 .

Por analisar: 99% de 4×10^{11} : $3,96 \times 10^{11}$ planetas ou 9×10^{10} .

Capítulo 10

Em busca de Vida Inteligente

Desde que Giordano Bruno afirma que existem outros Mundos no Universo, que tem se tentado encontrar Vida inteligente no Universo. Em 1974, Carl Sagan e Frank Drake, enviam através do SETI, a mensagem de Arecibo, através do radiotelescópio de Arecibo, para o enxame globular M13 a distância de 25 000 anos-luz e que parece que houve uma resposta a essa mesma mensagem através de um agrolifo, num campo de culturas agrícolas em Inglaterra, no ano 2001, em que aparece um sistema exoplanetário, um código de ADN, um alienígena e um método de observação. Carl Sagan e Frank Drake já não estão vivos, mas o seu intuito de saber se existe alguma vida inteligente fora do sistema solar, foi respondido.

