

DESCOBERTA DE NOVOS MUNDOS: UMA EVOLUÇÃO HISTÓRICA

DISCOVERING NEW WORLDS: A HISTORICAL EVOLUTION

Welberton Rios da Silva^{1,3}, Marli Santana dos Santos^{2,3}, Iranderly F. de Fernandes³

¹Centro Integrado de Educação Assis Chateaubriand, Feira de Santana-BA. E-mail:

welbertonfsa@hotmail.com;

²Colégio Estadual Rotary, Feira de Santana-BA. E-mail: marlifsa@yahoo.com.br.

³ Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Departamento de Física (DFIS), Observatório Astronômico Antares, Mestrado profissional em Astronomia (MPAstro), Avenida Transnordestina, s/n - Novo Horizonte, 44036-900 - Feira de Santana - Bahia.

E-Mail: irafbear@gmail.com

A evolução da ciência sempre esteve ligada a curiosidade do ser humano em tentar entender o que se passa ao seu redor, de maneira direta o olhar para o céu e entendê-lo sempre despertou essa curiosidade em diversos povos ao longo da evolução humana, e continua atualmente. É incrível como uma simples pergunta como, será que estamos sozinhos no espaço, pode atravessar gerações e despertar a necessidade de se desenvolver várias ciências com o objetivo de respondê-la. Nesse artigo não vamos responder a essa pergunta enigmática, até porque ela continua sem resposta, mas buscaremos trazer um recorte histórico sobre o desenvolvimento da Astronomia na busca por planetas que não podiam ser vistos a olho nu, até os planetas fora do nosso sistema solar, os chamados exoplanetas, descrevendo pelo caminho, os métodos de detecção, e critérios para existência de vida, ou seja sua habitabilidade.

Palavras-chave: *Exoplanetas, métodos de detecção, habitabilidade, Estrelas.*

The evolution of science has always been linked to the curiosity of human beings in trying to understand what is going on around them, and directly looking at the sky and trying to understand it has always aroused this curiosity in different peoples throughout human evolution and continues to the present day. It's amazing how a simple question like, are we alone in space, can cross generations and awaken the need to develop various sciences to answer it. In this article we are not going to answer this enigmatic question, because it remains unanswered, but we will try to bring a historical clipping on the development of Astronomy in the search for planets that could not be seen with the naked eye, even planets outside our solar system, the so-called exoplanets, describing along the way, their detection methods, and criteria for the existence of life, that is, their habitability.

Keywords: *Exoplanets, detection methods, habitability, Stars.*

INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade que o céu e o espaço fascinam e despertam a curiosidade do homem. Suas observações das estrelas e associações com animais e símbolos que hoje em dia definimos como constelações, assim como os chamados “errantes” que hoje conhecemos como planetas, foram definidas por diferentes povos em todas as partes do mundo. Podemos dizer que dessa forma a história da Astronomia se entrelaça ao desenvolvimento da própria humanidade.

A observação dos chamados “errantes” remonta desde as primeiras observações em vários povos, com os ocidentais como Egípcios, Babilônicos e Gregos, aos orientais Chineses. Os nomes que utilizamos hoje são homenagens aos deuses romanos, Mercúrio era Hermes na mitologia Grega pela rapidez que se movimentava, Vênus pelo seu brilho no céu noturno, foi batizado com o nome da deusa romana do amor e da beleza, Marte com cor vermelha marcante foi batizado com o nome do Deus da guerra. Júpiter por ser o maior planeta foi representado pelo principal Deus romano. Na Grécia, ele era Zeus. Saturno nomeia o planeta que é o Deus da Agricultura dos romanos, o equivalente a Kronos na Grega.

A busca por entender os movimentos planetários fez com que a ciência e a matemática se desenvolvessem na busca de uma explicação para o que se verificava no céu. A tentativa de explicar os movimentos retrógrados dos planetas alavancou os estudos e teorias durante séculos desde Eudoxo até Galileu. Esse último com o aperfeiçoamento da luneta mudou a forma de se estudar a Astronomia da época.

Com a utilização da luneta, olhos agora equipados cada vez mais se voltavam ao espaço na busca de novas descobertas que não poderiam ser visíveis a olho nu, e em uma dessas um astrônomo chamado William Herschel em 13 de março de 1781 descobriu um novo planeta que foi batizado de Urano, sendo o primeiro descoberto com um instrumento óptico. Como não seria por menos a descoberta causou alvoroço, e astrônomos começaram a estudar mais sobre esse novo planeta, realizando cálculos de órbitas, estimando seu tamanho e distância até o Sol, foi então que se observou que Urano não obedecia a órbita calculada matematicamente, dando início a várias suposições e teorias, que explicassem tal fenômeno. Entre as teorias estavam que Urano teria uma satélite gigante, similar a nossa Lua, outra que o ele poderia ter sido atingido por um cometa, e outra levantada pelo matemático Urban Le Verrier que poderia se tratar de um outro planeta que perturbaria a sua órbita, curiosamente Le Verrier não foi o único a suspeitar desse fato na mesma época, outro matemático John Adams realizou cálculos parecidos e previu as coordenadas de onde esse possível planeta poderia estar, sendo ignorado em seu país de origem, o oposto aconteceu com os cálculos de Le Verrier que foram testados e em 23 de setembro de 1846, Johann Galle localizou o planeta, cujo nome escolhido posteriormente homenageia o Deus romano dos mares, Netuno.

Após a descoberta de Netuno, vários astrônomos sugeriram a existência de outro planeta com base em aparentes irregularidades na órbita de Urano. O astrônomo Percival Lowell, contratou uma equipe de matemáticos para realizar os cálculos e direcionar a região para onde apontar os telescópios. Devido a tecnologia da época os aparelhos que eram utilizados não conseguiam boas imagens devido ao pequeno campo de visão, problema solucionado quando aumentaram o tamanho dos telescópios e usaram a técnica de comparador de piscas, que consistia em sobrepor imagens de uma região tiradas com dias de diferença e observar se algum ponto mudava de posição ou “piscava”, assim em 1930, Clyde Tombaugh descobriu o 9º planeta chamado de Plutão, que posteriormente perdeu esse status devido a novas regras para classificação definida pela União Astronômica Internacional sobre planetas.

Ao longo da história percebemos como a ser humano é fascinado em querer descobrir coisas novas e assim a Astronomia e as ciências foram se desenvolvendo ao longo do tempo, e inevitavelmente até chegar a pergunta. Será que existe planetas fora do nosso sistema solar, ou seja, existem outros mundos? Na busca dessa resposta vamos dialogar um pouco sobre o que são esses planetas chamados de Exoplanetas, quais as formas de detecção, e como classificá-los.

DESENVOLVIMENTO

A discussão sobre possíveis outros mundos, fora do nosso sistema solar, que atualmente descrevemos como exoplanetas, acompanha a evolução das descobertas planetárias desde a comprovação do modelo de Copérnico que os planetas orbitam o Sol (estrela). Giordano Bruno (1548-1600) descreveu em, *Acerca do Infinito, do Universo e dos Mundos*: “que haja nesse espaço inúmeros corpos como nossa Terra e outras terras, nosso Sol e outros sóis, todos os quais executam revoluções nesse espaço infinito”.

Com o aprimoramento dos telescópios, em 1855 no *East India Observatory*, foram encontradas anomalias orbitais na estrela binária 70 Ophiuchi e na época considerada uma primeira evidência da existência de um exoplaneta, porém nunca comprovada. Na década de 1980, a estrela Gamma Cephei foi um dos alvos da primeira busca por planetas extras solares utilizando o método da velocidade radial, e em 1988 foi relatada variabilidade nessa velocidade, o que levou à descoberta da estrela companheira Gamma Cephei B. Os dados indicavam ainda a presença de um terceiro corpo no sistema, com massa planetária, no entanto, a explicação de que o sinal era causado por rotação estelar foi considerada mais provável, descartando a presença de um exoplaneta na época, e somente em 2003 sendo confirmada que realmente se tratava de um exoplaneta. Oficialmente o primeiro deles foi descoberto em 1995, por Michel Mayor e Didier Queloz da Universidade de Genebra na Suíça, utilizando a mesma técnica da variação da velocidade radial na qual explicaremos na seção sobre técnicas de detecção. O pioneiro exoplaneta orbita uma estrela parecida com o Sol, a 51 Pegasi (tipo espectral G), e está a uma distância de 7 milhões de quilômetros dessa estrela. E essa estrela aproximadamente 50 anos-luz da Terra.

A descoberta do primeiro Exoplaneta estabeleceu um marco na pesquisa astronômica, e desde então mais exoplanetas têm sido descobertos, atualmente segundo a Agência espacial Americana (NASA) existem 5220 descobertos, e mais 9151 candidatos aguardando confirmação em 3907 sistemas planetários com número crescente a cada dia. Em sua nomenclatura se utiliza letras em ordem alfabética, após o nome da estrela seguindo a ordem de sua descoberta. Mas como se detectam esses exoplanetas?

MÉTODOS DE DETECÇÃO

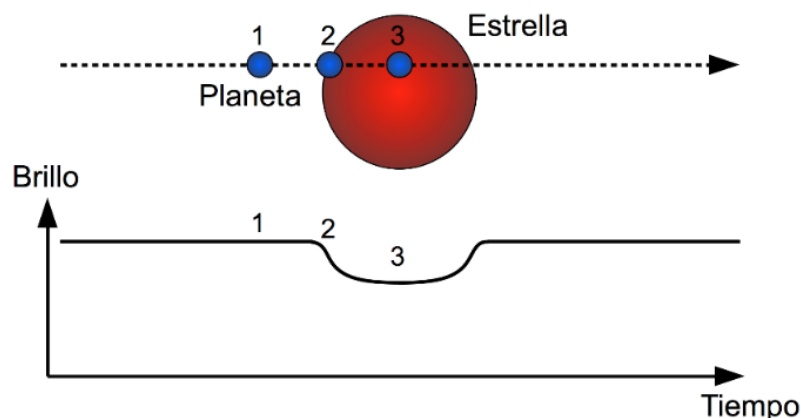
Para a detecção de maneira mais simples seria a observação direta do reflexo da luz, já que os planetas não emitem luz, porém o problema é que, muitas vezes, a luz refletida pelo planeta é ofuscada pela luz emitida pela estrela que ele orbita. É como olhar para uma lâmpada de um poste e tentar observar a luz refletida por um mosquito. Para minimizar esse problema os astrônomos buscam os efeitos do exoplaneta na estrela hospedeira. Existem vários métodos de detecção, falaremos de quatro deles, trânsito, velocidade radial, imageamento (lentes gravitacionais), observações diretas.

Trânsito

O método de trânsito consiste na passagem de um planeta a frente de uma estrela que o hospeda, assim diminuindo seu brilho. Quando um exoplaneta está no trânsito ocorre uma queda no fluxo de energia da estrela e após o egresso do exoplaneta no trânsito, os equipamentos voltam a medir o fluxo de energia normal. Essa técnica é muito utilizada para detecções de exoplanetas, entretanto sua utilização inicial surgiu para calcular a distância entre a Terra e o Sol, e foi proposta por Edmond Halley, o mesmo que descobriu o famoso cometa que leva seu nome, ele propôs utilizar o trânsito de Mercúrio e Vênus para medir a paralaxe através da observação de seu trânsito em frente ao Sol, feita a partir de diferentes locais da Terra. A figura 01 percebe-se a curva de formada durante o trânsito do planeta.

As desvantagens dessa técnica estão na inclinação de quase 90° do exoplaneta em relação ao plano do céu, outra é que ele tenha um período de revolução pequeno para se observar mais de um trânsito, e por fim se o exoplaneta tiver uma massa muito pequena não interfira no brilho da estrela e não possa ser detectado.

Figura 01: Modelo de trânsito de um planeta



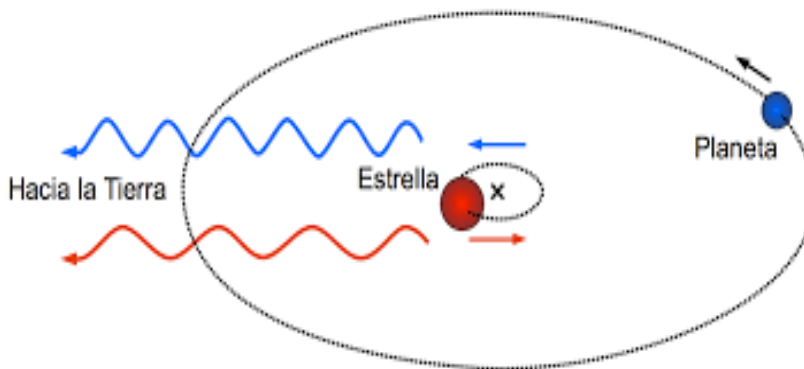
(Créditos: Hans Deeg.) Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Deteccion_de_exoplanetas_con_tr%C3%A1nsito.png)

Deteccion_de_exoplanetas_con_tr%C3%A1nsito.png

Velocidade radial

O método de velocidade radial consiste na medição da velocidade que ocorre devido a uma relação entre o centro de massa do sistema, durante o movimento do exoplaneta. Por possuir uma massa menor que a da estrela, ele afeta o centro de massa causando na estrela um efeito de “bamboleio”. Devido à baixa intensidade luminosa do planeta, o elemento na observação do sistema será o espectro dessa estrela. O movimento das linhas espectrais é causado pelo efeito Doppler, indicadas no vermelho quando a estrela se afasta e para o azul quando ela se aproxima de nós. Esse método é responsável pela maioria das descobertas e como vimos foi utilizado na detecção dos primeiros exoplanetas. Na figura 02, representa a posição da estrela emitindo no azul e vermelho, com o movimento do planeta.

Figura 02: Modelo de detecção por velocidade radial



(Créditos: Hans Deeg.) Fonte:

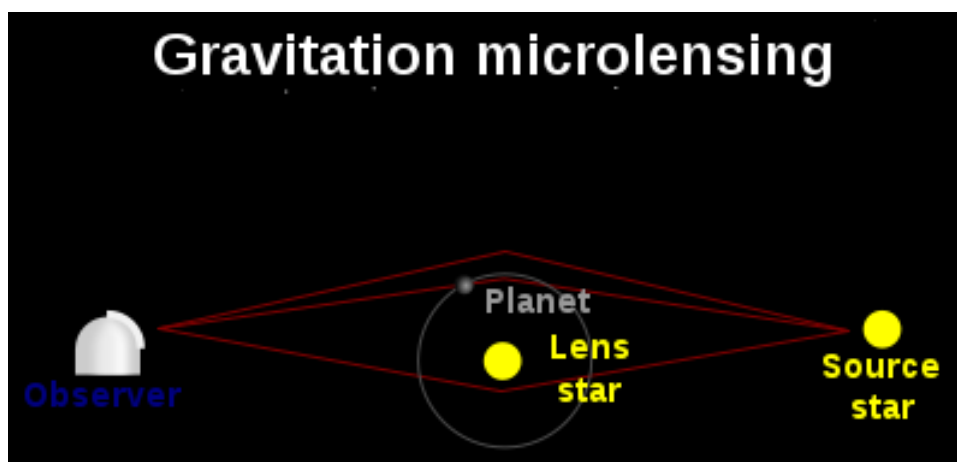
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Velocidad_radial_deteccion_exoplanetas.png

As desvantagens dessa técnica é a limitação quanto a perspectiva, por se observar o movimento na linha de visada da Terra, outra é a detecção de planetas pequenos em estrelas grandes, pelo planeta quase não interferir no centro de massa do sistema.

LENTE GRAVITACIONAIS

Micro lente gravitacional é um efeito de “lente gravitacional” que tem sua base originada na relatividade geral elaborada por Albert Einstein, em 1912. O efeito acontece quando uma estrela passa próxima a nossa linha de visada em relação a uma outra estrela no fundo. O campo gravitacional estelar gera uma “lente” que amplifica o brilho, aumentando a intensidade de luz percebida da estrela no fundo. Se a estrela “lente” possuir um planeta, este também contribui para o campo gravitacional, e o conjunto gera um padrão de variação bem específico na amplificação do brilho da estrela de fundo. A figura 03, descreve a influência do planeta na lente gravitacional.

Figura 03: Modelo detecção por microlente gravitacional



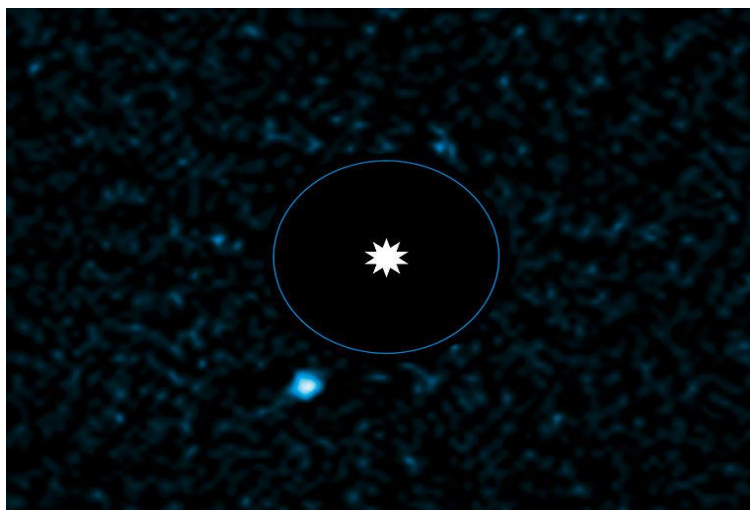
(Créditos: NASA.) Fonte: https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Gravitational_micro_rev.svg

A grande vantagem das microlentes gravitacionais é proporcionar a descoberta de planetas de baixa massa (terrestres) mesmo com a tecnologia atualmente disponível. Visto que esta técnica não depende do fluxo da fonte, nem da lente, mas sim da razão entre a massa do planeta e da estrela. Uma desvantagem é que o evento não pode ser repetido, pois um alinhamento ocasional nunca ocorre novamente.

OBSERVAÇÕES DIRETAS

A observação direta consiste em observar o reflexo da luz emitida pelo exoplaneta, o problema que essa luz é extremamente fraca em comparação com a estrela hospedeira, para isso se utiliza uma técnica de interferometria com o objetivo de isolar a radiação emitida pela estrela, utilizando um coronógrafo montado no telescópio, e assim bloquear a radiação recebida da estrela permitindo a observação direta do planeta quando este surge em oposição de fase. A figura 04, mostra o efeito da interferometria, ofuscando a luz da estrela para ressaltar a luz refletida pelos planetas que nela orbitam.

Figura 04: Modelo detecção por microlente gravitacional



(Créditos: ESO/J. Rameau.) Fonte:

https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:VLT_image_of_exoplanet_HD_95086_b.jpg

A desvantagem dessa técnica que apenas é possível quando a estrela é pouco luminosa e para planetas estão suficientemente distantes da estrela.

CLASSIFICAÇÃO DOS EXOPLANETAS

Os exoplanetas são catalogados com variedades de tamanhos, desde gigantes gasosos maiores que Júpiter até pequenos planetas rochosos do tamanho ou menores que a Terra. Além disso podem estar muito quentes ou muito frio, dependendo da distância à sua estrela hospedeira, fazendo que os mesmos tenham movimentos de revolução muito curtos, alguns de dias.

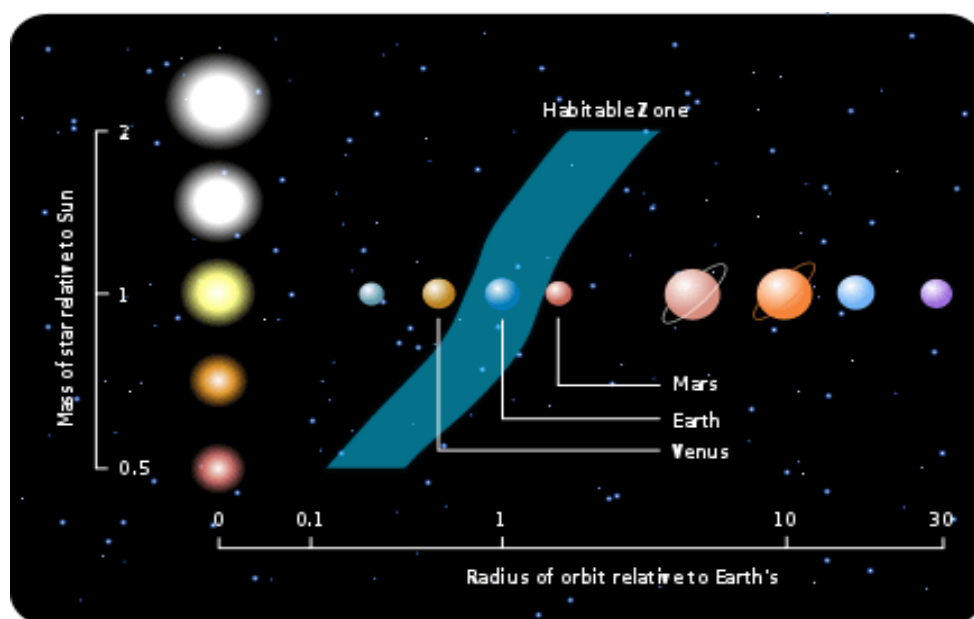
Para a classificação dos exoplanetas, vamos focar em dois parâmetros, o primeiro a sua massa comparada à dos planetas do nosso Sistema Solar, como é comum se ouvir sobre a descoberta de uma Super-Terra, ou Super-Jupiter, e a outra relacionar a proximidade e o tipo de estrela que o exoplaneta órbita, para classificá-lo como habitável ou não.

Quanto ao tamanho os exoplanetas são classificados pela NASA em quatro categorias, planetas gasosos, com tamanho comparado a Júpiter ou 30 vezes a massa da Terra, os Netunianos, semelhantes a Netuno como o próprio nome já descreve e com variação de massa entre 10 e 30 vezes a da Terra. As Super-Terras que são planetas rochosos que podem ou não ter atmosfera e sua massa varia entre 2 e 10 vezes a massa no nosso planeta e por fim os Terrestres que podem ter até 2 vezes o tamanho da Terra ou menores que ela. Esses últimos são compostos de rochas e em alguns casos água ou carbono. Fazendo a relação da importância da água como indicador a existência de vida, a qual conhecemos no nosso planeta, vamos descrever o uso da expressão habitável ou não habitável para esses exoplanetas.

A chamada zona habitável a distância de um planeta a sua estrela para que se possa existir água em estado líquido, ou seja, nem quente e nem frio demais, de modo que não esteja próximo dessa estrela a ponto de receber muita radiação em raios-X e ultravioleta (UV), impossibilitando a existência de vida. Nesse sentido se busca por estrelas de classificação espectral G e temperaturas mais próximas do Sol, pois

no caso de estrelas maiores com classificação B, A e F que possuem temperaturas maiores, a quantidade de radiação emitida seria maior e, portanto, o planeta tem de estar cada vez mais distante dela para estar em uma zona habitável, dificultando como vimos na secção de detecção a sua localização, além dessas estrelas possuírem um tempo de vida mais curto. A figura 05, percebe-se a diferença da distância de uma zona habitável em relação ao tamanho ou tipo espectral da estrela, sendo o Sol (tipo G) de massa 1 na figura.

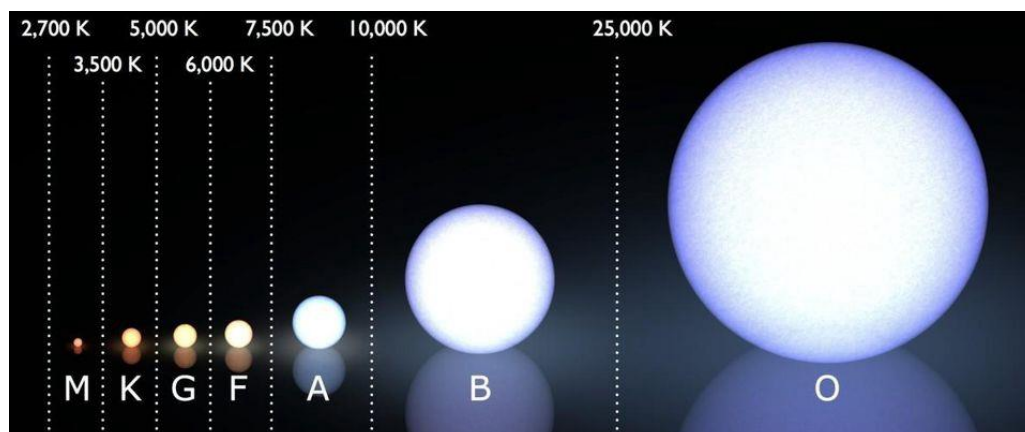
Figura 05: Zona de Habitabilidade do Sistema Solar com variação da estrela hospedeira



Fonte: http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/vida_ET/vet.htm

Nesse sentido a busca por planetas habitáveis se direciona ao tipo estrelas de classificação do nosso Sol, no entanto a localização de planetas rochosos é muito difícil tendo em vista que esse tipo espectral de estrela é muito brilhante em relação ao pequeno planeta rochoso. Para minimizar essa situação pesquisadores se voltaram para estrelas do tipo espectral K e M, mais frias e menores que o Sol, essas estrelas necessitam de grandes telescópios para captar sinais de variação de velocidade radial, porém a vantagem de pesquisar essas estrelas é sua vasta quantidade na nossa galáxia. Utiliza-se a velocidade radial para esse tipo de estrela por se conseguir detectar a variação causada por planetas pequenos como a Terra, o que não aconteceria em estrelas maiores ou até mesmo no nosso Sol. A figura 06 ilustra essa perspectiva em relação a temperatura e tamanho das estrelas de acordo com o tipo espectral.

Figura 06: Relação de tamanho-temperatura pelo tipo espectral



Fonte: <https://www.espacotempo.com.br/classificacao-espectral-de-estrelas/>

Na busca por exoplanetas em uma zona habitável, seguindo a linha descrita anteriormente, destacaremos a relação do tipo espectral M e K e as características de cada tipo para que o planeta possa desenvolver a vida a qual conhecemos.

A começar pelas estrelas do tipo M, que tem temperatura de até 3500K, e massa que varia entre 0,08 e 0,45 massa solar, que seriam pela lógica ideais para busca de exoplanetas pequenos similares a Terra, outra vantagem dessas estrelas é ser o tipo mais comum na nossa galáxia, além de ter uma vida mais longa podendo chegar a um trilhão de anos, em comparação com 10 bilhões de anos para o Sol. Porém algumas estrelas do tipo M sofrem explosões estelares e muita turbulência quando jovens, o que dificultaria a existência de vida por esses planetas estarem muito próximos dela, sendo expostos a níveis extremos de radiação, eliminando suas possíveis atmosferas. O mesmo não acontece com as estrelas do tipo K, que possuem campos magnéticos menos ativos, e não alimentam fortes emissões de raios-X ou UV, além de ter uma vida mais longa se comparado ao nosso Sol (Tipo G), em torno de 70 bilhões de anos, ou seja, suas zonas habitáveis permanecem fixas por mais tempo o que ajuda em uma possibilidade maior para o desenvolvimento da vida. Essas estrelas tipo K tem massa que varia entre 0,45 e 0,80 massa solares, tem brilho menor que o Sol o que facilita a detecção de exoplanetas mais parecidos com a terra pelo método da velocidade radial e trânsito.

O primeiro exoplaneta similar a nossa Terra é o quinto planeta a orbitar uma estrela do tipo M, sendo que os outros Kepler-186 b, c, d, estão na zona habitável, porém muito próximo dessa estrela, sendo então o Kepler-186 f, classificado como o mais parecido com a Terra. Ele foi descoberto segundo a NASA, em 2014, possui 1,71 vezes a massa da Terra, e detectado pelo método de trânsito, com período orbital de 129,9 dias e distante 0,432 U.A de sua estrela. Até o momento segundo catalogo da NASA, temos 1593 Super- Terras e 192 planetas terrestres, desses a sua grande maioria foi localizado com o auxílio do telescópio espacial Kepler, porém com o objetivo de buscar por planetas similares a nossa Terra, a NASA, criou o Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS) projetado e lançado especificamente para encontrar planetas do tamanho da Terra orbitando estrelas próximas, como descreve

Paul Hertz, diretor da divisão de astrofísica da NASA, “Planetas em torno de estrelas próximas são mais fáceis de acompanhar com telescópios maiores no espaço e na Terra.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca por exoplanetas é um dos principais objetivos dos astrônomos atualmente, tanto que estamos enviando ao espaço telescópios e satélites exclusivamente para esse propósito como o TESS, na expectativa de responder a famosa pergunta, estamos sozinhos no universo? Com o desenvolvimento da ciência, já conhecemos milhares de novos mundos, e continuam a surgir mais a cada dia, ao passo que tentar compreender suas características, tipos de estrelas hospedeiras, possíveis zonas habitáveis, aumenta a probabilidade de encontrar vida na forma como a conhecemos. Porém, os estudos mostram o quanto é difícil a repetição de características para que um planeta como o nosso exista, tanto com relação à distância até a estrela hospedeira, como também ofertando condições de se manter uma atmosfera que proteja e propicie a formação e manutenção da vida.

Isso nos remete a pensarmos o quão especial é a Terra, o quanto somos privilegiados em viver nela, e refletir sobre a importância de preservarmos as condições de vida, em especial para a espécie humana, tendo em vista o quanto é complicado dela prosperar em outro lugar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Estrelas K são os melhores lugares para procurar vida, disponível em:

https://www.ccvalg.pt/astrologia/noticias/2020/01/17_estrelas_vida.htm, acesso em 25 de novembro de 2022.

G. Bruno, *Acerca do Infinito, do Universo e dos Mundos* (Madrás, São Paulo, 2007).

Hatch, L. Exoplanetas, disponível em: <https://exoplanets.astro.yale.edu/science/mtok.php> acesso em 18 de novembro de 2022.

Johnson, M. Kepler da NASA descobre primeiro planeta do tamanho da Terra na 'zona habitável' de outra estrela. disponível em: <https://www.nasa.gov/ames/kepler/nasas-kepler-discovers-first-earth-size-planet-in-the-habitable-zone-of-another-star>, acesso em 25 de novembro de 2022.

Kazmierczak, J. NASA Planet Hunter encontra seu primeiro mundo em zona habitável do tamanho da Terra. disponível em: <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2020/nasa-planet-hunter-finds-its-1st-earth-size-habitable-zone-world>, acesso em 03 de novembro de 2022.

Pleffken, B. Hosti, O que é a classificação espectral das estrelas e pra que ela serve?. disponível em: <https://www.espacotempo.com.br/classificacao-espectral-de-estrelas/> acesso em 03 de novembro de 2022.

Schulze, D. Heller, R. Guinan, E. Em busca de um planeta melhor que a Terra: os principais candidatos a um mundo superhabitável, disponível em: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/ast.2019.2161>, acesso em 03 de novembro de 2022.

Steigerwald, B. Estrelas “Goldilocks” podem ser “perfeitas” para encontrar mundos habitáveis. disponível em: <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2019/k-star-advantage>, acesso em 30 de novembro de 2022.

Walbolt, K. A busca pela vida, disponível em: <https://exoplanets.nasa.gov/search-for-life/habitable-zone/>, acesso em 30 de outubro de 2022.

Walbolt, K. Descoberta. disponível em: <https://exoplanets.nasa.gov/discovery/exoplanet-catalog/> acesso em 25 de novembro de 2022.

Walbolt, K. Kepler-186f. disponível em: <https://exoplanets.nasa.gov/exoplanet-catalog/632/kepler-186-f/>, acesso em 25 de novembro de 2022.

Walbolt, K. O que é um exoplaneta?, disponível em: <https://exoplanets.nasa.gov/what-is-an-exoplanet/planet-types/overview/>, acesso em 10 de outubro de 2022.

Zurita, M. Como a distância entre a Terra e o Sol foi calculada, disponível em <https://olhardigital.com.br/2022/05/22/colunistas/como-a-distancia-entre-a-terra-e-o-sol-foi-calculada/>, acesso em 18 de outubro de 2022.