

ANAIS

EICTI 2017

6° Encontro de
Iniciação Científica

2° Encontro de Iniciação
ao Desenvolvimento
Tecnológico e Inovação

4 a 6 de outubro de 2017

Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA)
Av. Tarquínio Joslin dos Santos, nº 1000
Foz do Iguaçu, Paraná – Brasil



Realização:



Apoio:



CARACTERIZAÇÃO DE HABITABILIDADE EXOPLANETÁRIA: CÁLCULO DE DISTÂNCIAS DE ZONAS HABITÁVEIS E ANÁLISE ESPECTRAL

PENAGOS MENDEZ, Joyce

Estudante do Curso de Biotecnología, bolsista (IC-UNILA) - ILACVN – UNILA;
E-mail: joyce.mendez@aluno.unila.edu.br;

CAPISTRANO, Abraão J. de Souza

Programa Mestrado em Física Aplicada– ILACVN – UNILA.
E-mail: abraao.capistrano@unila.edu.br

1 INTRODUÇÃO

A ciência exoplanetária, ramo da Astrobiologia, é um campo de rápido crescimento e evolução do estudo com o ritmo acelerado da descoberta de *Exoplanetas ou planetas extrasolares*, definidos como planetas orbitando outras estrelas fora do sistema solar, e pelo momento descobertos apenas na Via Láctea (3658 exoplanetas confirmados até agora). O conceito de habitabilidade é predominantemente determinado pela Zona de Habitabilidade, geralmente definida como a região ao redor de uma estrela, onde um planeta poderia manter água líquida em sua superfície. No entanto, o conceito geral de habitabilidade precisa ser avaliado e discutido a fim de proporcionar um entendimento mais amplo do espaço multi-parâmetro que é governado pela interação de componentes do ambiente planetário, bem como com as interações entre outros elementos do sistema planetário. Uma melhor definição das condições relacionadas à habitabilidade melhorará a compreensão das escalas de habitabilidade locais e globais, permitindo a priorização de futuras observações exoplanetas e missões planetárias.

Existem várias limitações do conceito de habitabilidade, levantando questões importantes, como: Como definimos atualmente a habitabilidade em escala planetária?, Como podemos identificar planetas habitáveis?, e Como podemos procurar vida fora do nosso Sistema Solar? O presente projeto visa ser um ponto de partida para buscarmos um entendimento maior da ciência exoplanetária, focado em conceitos fundamentais como a habitabilidade, sua importância e lógica, bem como na divulgação científica na comunidade externa, aspecto fundamental para a superação de conceitos mal construídos sobre o

método e lógica da astrobiologia.

2 METODOLOGIA

Por meio de uma vertente teórica e prática, inicialmente revisada a literatura mais relevante em relação às condições de habitabilidade exoplanetária baseadas na zona de habitabilidade (ZH), selecionando o método de cálculo mais adequado da distância da ZH. Comparando os resultados com calculadoras da ZH através de códigos Python, e produção de um código próprio, gerando duas imagens neste programa. As bases conceituais foram adquiridas por meio de cursos on-line relacionados com a habitabilidade exoplanetária (Imagining Other Earths: Princeton University na Plataforma Edx), assim como a discussão permanente com astrobiologistas envolvidos na área.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os processos astrofísicos que regem a formação dos planetas parecem ser universais, sendo os planetas reconhecidos como um subproduto natural da formação estelar. A forma como esses processos operam e moldam as propriedades dos planetas que se formam dependerá de fatores como o ambiente estelar em que o sistema planetário se forma. A Habitabilidade é uma questão muito mais complexa do que: "Quão longe é um planeta de sua estrela e quão brilhante é a estrela?" A insolação (a quantidade de energia recebida da estrela) é um fator importante e o primeiro passo para determinar a zona habitável em torno de uma estrela, mas muitos outros aspectos contribuem na forma como essa insolação se traduz em temperaturas habitáveis na superfície de um planeta. Os exoplanetas habitáveis são definidos pela capacidade de reter água líquida em suas superfícies. Na primeira ordem, isso envolve a zona habitável em função da luminosidade estelar e alguns valores críticos de fluxos estelares ($S_{\text{eff}} - T_{\text{eff}}$)

A abordagem para converter a ZH em uma escala analógica, e não apenas numa condição de sim-no, consiste em calcular a distância do exoplaneta do ponto médio da ZH e normalizar para metade do comprimento da ZH. Isso cria, de fato, uma nova função métrica ou de distância em espaços habitáveis e unidades de zona habitável (HZU). A distância das zonas habitáveis (HZD) é, portanto, dada como:

$$\text{HZD} = \frac{2r - r_o - r_i}{r_o - r_i}$$

Onde r_i e r_o o limite interno e o limite exterior da ZH em unidades astronômicas UA, r_e a distância do exoplaneta à estrela, e HZ_d é a HZD em unidades HZU. Essas unidades são muito práticas porque significam a mesma coisa independentemente do sistema estelar em consideração.

Os valores HZD entre -1 e +1 HZU sempre correspondem a planetas dentro da HZ.

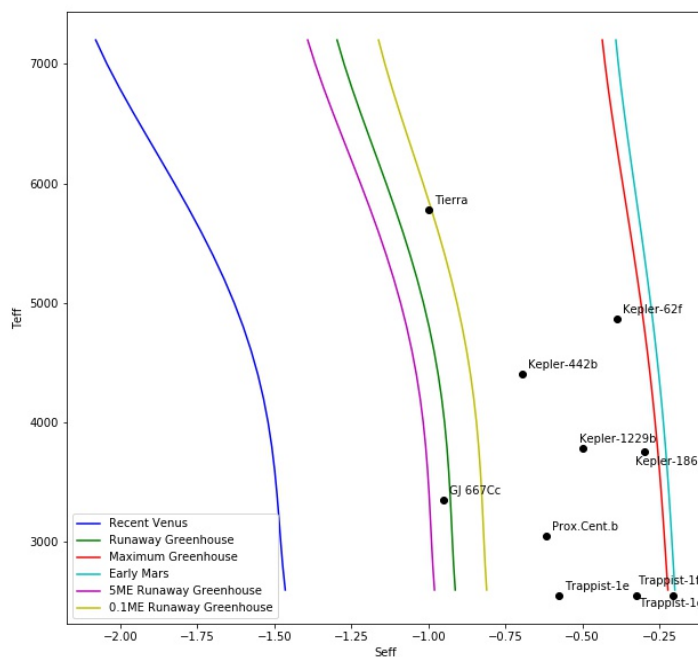
Na ausência de mais informações, o HZD é a aproximação mais fácil para a habitabilidade planetária. Só requer luminosidade estelar e temperatura efetiva junto com a distância do exoplaneta para os cálculos.

Para um modelo atmosférico bem conhecido e ainda usado, três critérios foram aplicados para determinar o limite interno do ZH e três para definir o limite externo. Nesta análise é considerada no limite interno, os critérios, por ordem decrescente do fluxo estelar: 1. *Recent Venus* 2. *Runaway greenhouse effect*. Os seguintes limites são para planetas com 5 vezes a massa da Terra e planetas com 0.1 massas terrestres: 3. *5 ME Runaway Greenhouse* 4. *0.1 ME Runaway Greenhouse*. No limite externo, os critérios são, por ordem decrescente do fluxo estelar: 5. *Maximum greenhouse effect*. 6. *Early Mars*.

Outras métricas, como o Índice de Similaridade da Terra (ESI), Um parâmetro múltiplo para saber se um planeta é semelhante à Terra, o número varia entre 0 (não similar) a 1 (que é idêntico à terra) pode ser usado quando mais informações sobre o exoplaneta são conhecidas.

4 RESULTADOS

1) Compresão do conceito de habitabilidade e seus parâmetros



2) Cálculo da Zona de Distância Habitável (HZD) para os 10 exoplanetas potencialmente habitáveis.

3) Desenvolvimento de código em Python para a análise multivariável dos exoplanetas potencialmente habitáveis.

Figura 1: Gráfico Fluxo estelar vs. Temperatura-Exoplanetas

Potencialmente Habitáveis (S_{eff} - T_{eff})

4) Exercício da

divulgação científica através da produção escrita de livro de Astrobiologia em espanhol para estudantes de ensino médio e educação superior desenvolvido pela acadêmica

5 CONCLUSÕES

A Habitabilidade é o resultado das interações entre o planeta, sua estrela e o sistema planetário, essas interações podem modificar o ambiente do planeta, aumentando ou diminuindo a probabilidade de atender aos requisitos básicos da vida. Uma avaliação multiparamétrica da habitabilidade exoplanetária é um processo interdisciplinar, para determinar o "fator de habitabilidade" de um exoplaneta, permitindo catalogar os planetas de interesse para um futuro monitoramento.

Um planeta na zona habitável não tem garantia de ser habitável. Vênus e Terra são argumentados de pertencer na zona habitável do Sol e a partir de técnicas de descoberta de exoplanetas parecem ser do mesmo tamanho e massa. No entanto, Vênus é completamente hostil à vida devido a um efeito de estufa forte e a altas temperaturas superficiais resultantes (> 700 K), enquanto a Terra tem a temperatura da superfície direita para os oceanos de água líquida e está repleta de vida.

6 PRINCIPAIS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

KOPPARAPU et al. (2013), Habitable Zones around Main-sequence stars: New Estimates. *Astrophysical Journal*, 765, 131. (<http://xxx.lanl.gov/abs/1301.6674>)

KOPPARAPU et al. (2014), Habitable Zones Around Main-Sequence Stars: Dependence on Planetary Mass. *Astrophysical Journal Letters*, 787, L29. (<https://arxiv.org/abs/1404.5292>)

Planetary Habitability Laboratory. University of Puerto Rico at Arecibo. Habitable Zone Distance (HZD): A habitability metric for exoplanets. (<http://phl.upr.edu/library/notes/habitablezonesdistancehzdahabitabilitymetricforexoplanets>).

Planetary Habitability Laboratory. University of Puerto Rico at Arecibo. PHL's Exoplanets Catalog. (<http://phl.upr.edu/projects/habitable-exoplanets-catalog/data/database>)

University of Washington Virtual Planetary Laboratory (<http://depts.washington.edu/naivpl/>)