



**Feira do  
Conhecimento**  
Colégio Sidarta 2016





## Iniciação Científica

# AMBIENTES EXTRATERRESTRES PROPÍCIOS À EXISTÊNCIA DE MICRORGANISMOS EXTREMÓFILOS

Tobias Flório Campos - Yghor Kristian Andrade

Orientador: Ivan Paulino Lima

Coorientadores: Marisa Falco Fonseca Garcia. Michael Filardi





## RELEVÂNCIA

A relevância é informar novas gerações, preparando-as para as novas descobertas da NASA sobre futuros projetos de exploração espacial e inovação tecnológica.



## IMPACTO

A consciência da imensidão do universo e da possibilidade real e cada vez mais próxima de detecção de vida extraterrestre terá um forte impacto na maneira como preservamos o nosso planeta e como tratamos a nós mesmos, criando um espírito de união na humanidade.



## SITUAÇÃO PROBLEMA

Como e por quê detectar vida em outros planetas? Para essa finalidade, quais são as estratégias e as missões das agências espaciais?



## HIPÓTESE

Se a vida provavelmente não se restringe ao planeta Terra, em algum momento seremos capazes de detectar vida extraterrestre.



## INTRODUÇÃO

- Os mesmos elementos que compõem a matéria do universo fazem parte da constituição química do ambiente à nossa volta e do nosso próprio corpo. Inúmeros ambientes extraterrestres reúnem condições propícias à existência de determinadas formas de vida que conhecemos aqui na Terra.
- Os limites de vida na Terra são delimitados por seres denominados extremófilos e o entendimento de suas funções fisiológicas leva a delimitar uma base para as condições que outros planetas deveriam ter para que possam abrigar diversas formas de vida, como radiação solar, tamanho, temperatura, pressão, entre outras.



## OBJETIVOS

- Identificar os limites atuais da vida na Terra;
- Relacionar os locais fora da Terra com condições ambientais dentro destes limites;
- Conhecer as próximas missões das agências espaciais que vão abordar o problema da hipótese exobiológica;
- Trazer ao público leigo conhecimento sobre as mais recentes descobertas do campo da Astrobiologia.





## METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a coleta de dados sobre as explorações espaciais foram realizadas por meio dos seguintes procedimentos:

- **Reuniões virtuais**

Dr. Ivan Glaucio Paulino Lima

*(Universities Space Research Association - NASA Ames Research Center)*

20/10; 27/10; 03/11; 17/11

- **Entrevistas virtuais e pessoais**

Formulário Google



# METODOLOGIA

- Vídeos

*NASA's Mars rover detected a methane spike in Mars*

([https://www.youtube.com/watch?v=yjr5\\_wrmDAc](https://www.youtube.com/watch?v=yjr5_wrmDAc))

- Pesquisas na internet

*National Science Foundation (UE) - (<https://www.nsf.gov>)*

<http://2012.igem.org/Team:Stanford-Brown/VenusLife/Introduction>

<http://learn.genetics.utah.edu/content/astrobiology/environments/>

<http://www.the-scientist.com/>

<http://serc.carleton.edu/microbelife/topics/tardigrade/index.html>





# METODOLOGIA

- **Leitura de livros e artigos científicos**

ASTROBIOLOGIA - Uma ciência emergente

**National Science Foundation** - “X-treme Microbes: Amazing Survivors”

**I. G. Paulino-Lima** - “Life in the clouds of Venus? An experimental synthetic biology approach”

**Lewis R. Dartnell** - “Constraints on a potential aerial biosphere on Venus: I. Cosmic rays”

**Ícaro de Morais Monteiro** - “ASTROBIOLOGIA: CONCEPÇÕES DE ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL SOBRE A VIDA NO UNIVERSO”

**Elizabeth Howell** - “How Friendly Is Enceladus' Ocean To Life?”

**Mike Wall** - “Mystery on Mars: Does Methane Really Indicate Life?”



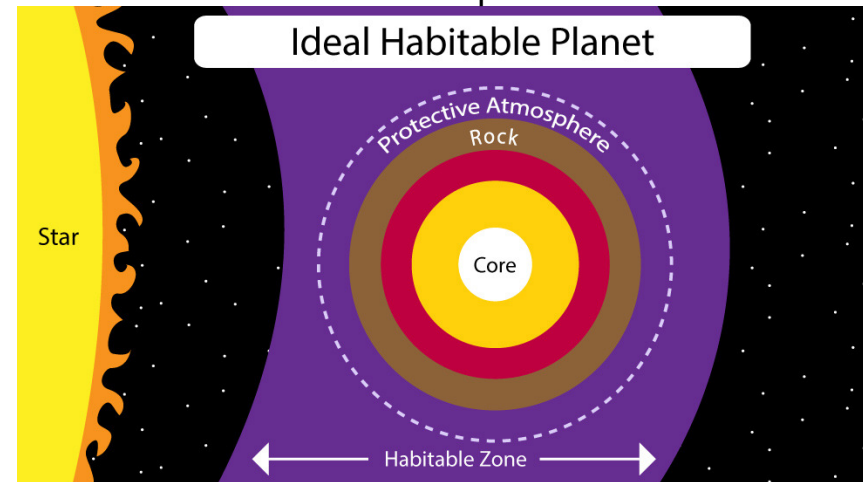


# RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

## A VIDA NA TERRA

- **ÁGUA LÍQUIDA**
- **TEMPERATURA ENTRE -50°C E +50°C**
- **ROCHOSO + NÚCLEO FUNDIDO**
- **CAMPO MAGNÉTICO → PROTEÇÃO CONTRA RADIAÇÃO**
- **ATMOSFERA QUE APRISIONA OXIGÊNIO, NITROGÊNIO, CO<sub>2</sub>**

Características de um planeta habitável

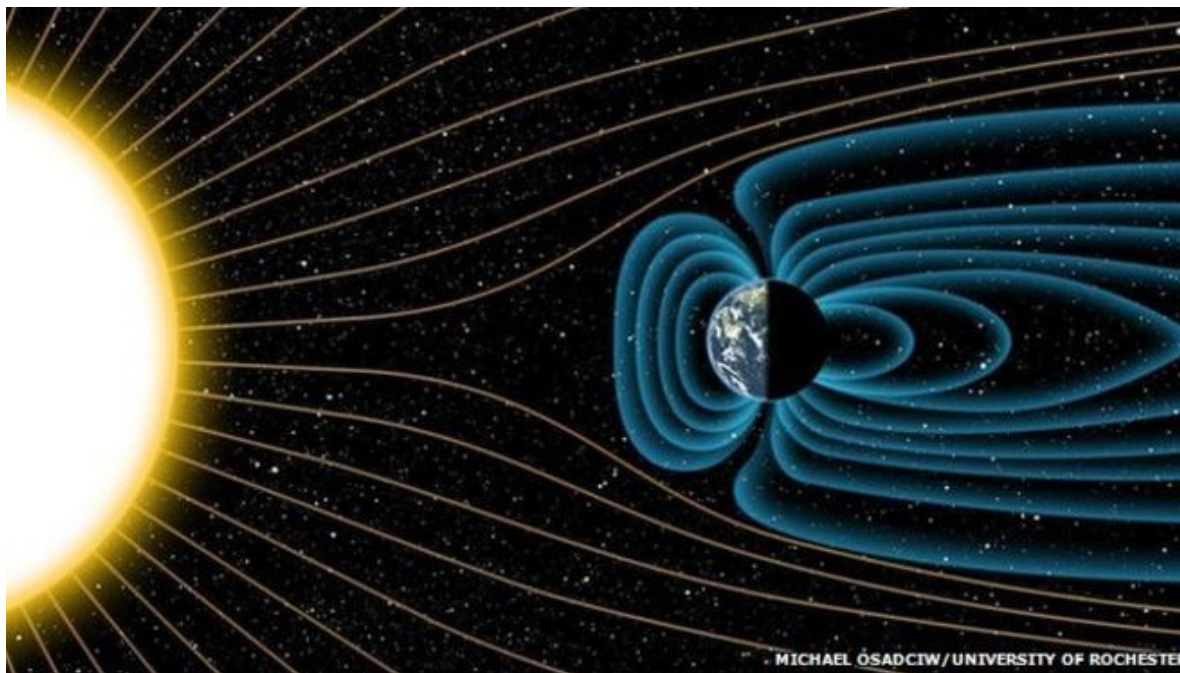


Fonte: Learn.Genetics - GENETIC SCIENCE LEARNING CENTER  
<http://learn.genetics.utah.edu/content/astrobiology/conditions/>



# RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Campo magnético terrestre: proteção contra a alta radiação solar

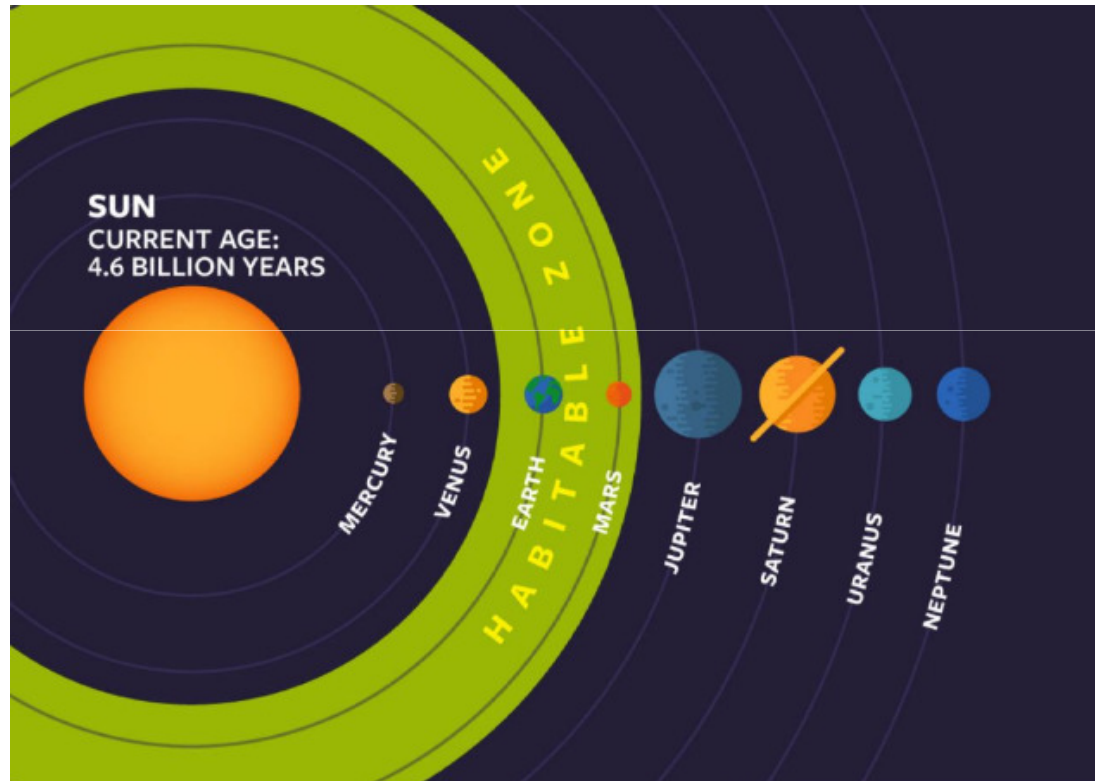


Fonte: BBC News - <http://www.bbc.com/news/science-environment-33721393>



# RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

ZONA HABITÁVEL = PERMITE ÁGUA LÍQUIDA



Fonte: Cornell University – Disponível em <http://www.dailymail.co.uk/>



## RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

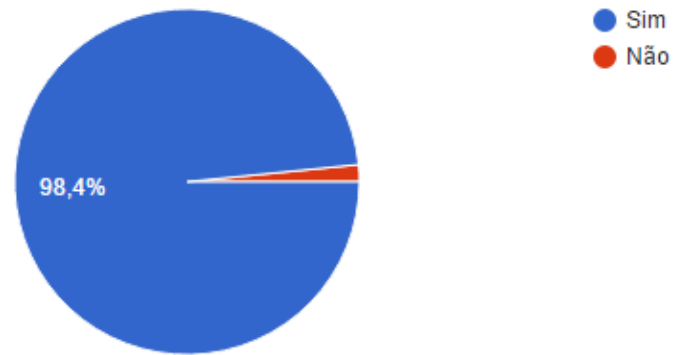
### QUAIS AS POSSÍVEIS FORMAS DE VIDA?

**Pergunta 1.** VOCÊ ACREDITA SER POSSÍVEL EXISTIR VIDA FORA DA TERRA?

64 respostas

Sim → 63 pessoas

Não → 1 pessoa





## RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

**Pergunta 2.** Se sim, por qual motivo e quais as prováveis formas de vida que você acredita existir?  
Se não acredita, por quê?

“Aliens, de diversas espécies, adaptados às diferentes condições climáticas de cada planeta”

“Acredito que possa existir seres simples vivos”; “Humanos”; “Seres não humanóides”

“O nosso conhecimento acerca do universo é tão limitado, e se é infinito como dizem é impossível desconsiderar a possibilidade de não estarmos sós”

“Acredito que exista vida fora da Terra pois o contrário seria idiotice, seria a continuação do pensamento de sempre, quando o homem se põe no centro de tudo(…)”

“(…)mas não acredito em vida com capacidade de inteligência como a nossa”

“Acho que pode existir formas de vida parecidas com humanos, mas não propriamente ditas "humanas", provavelmente deve existir também formas parecidas com animais e formas que não conseguimos comparar com coisas terrenas”

“Existem muitas outras galáxias”

“Acredito porque Deus já dizia que nós não estamos sozinhos no Universo”

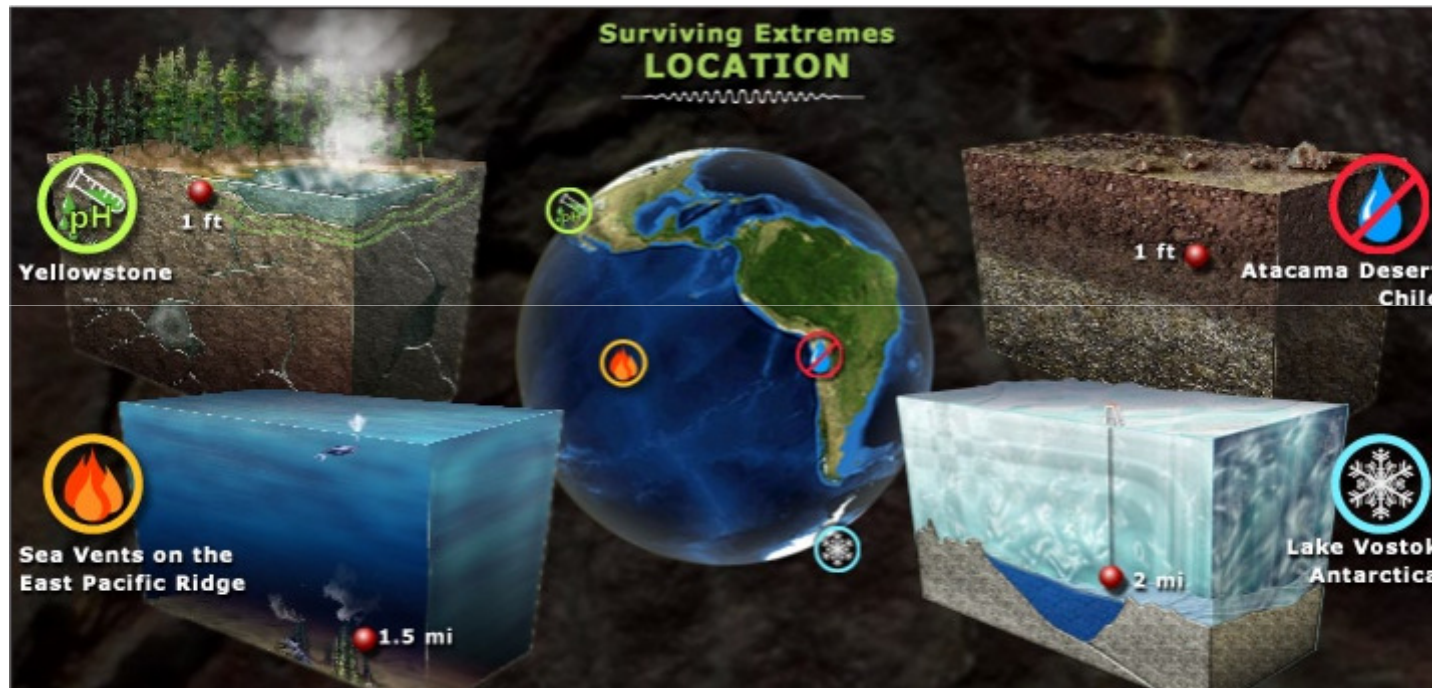






# RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

## AMBIENTES TERRESTRES EXTREMOS QUE ABRIGAM VIDA EXTREMÓFILA



Fonte: National Science Foundation: "X-treme Microbes: Amazing Survivors"



## Os limites da vida conhecida na Terra

Fator	Ambiente/Fonte	Limites
Alta Temperatura	Fontes hidrotermais submarinas	110 a 121°C
Baixa Temperatura	gelo	-17 a -20°C
Sistemas Alcalinos	Lagos Alcalinos	pH > 11
Sistemas Ácidos	Fontes termais, Drenagem de mina ácida	pH -0.06 a 1.0
Radiação ionizante	Raios cósmicos, Raios -X , Decaimento Radioativo	1,500 a 6,000 Gy
Radiação UV	Luz solar	5,000 J/m <sup>2</sup>
Alta pressão	Fossa das Marianas	1,100 bars
Salinidade	Sistemas de baixa temperatura	aH <sub>2</sub> O ~ 0.6
Dessecação	Deserto do Atacama (Chile)	~60% umidade relativa



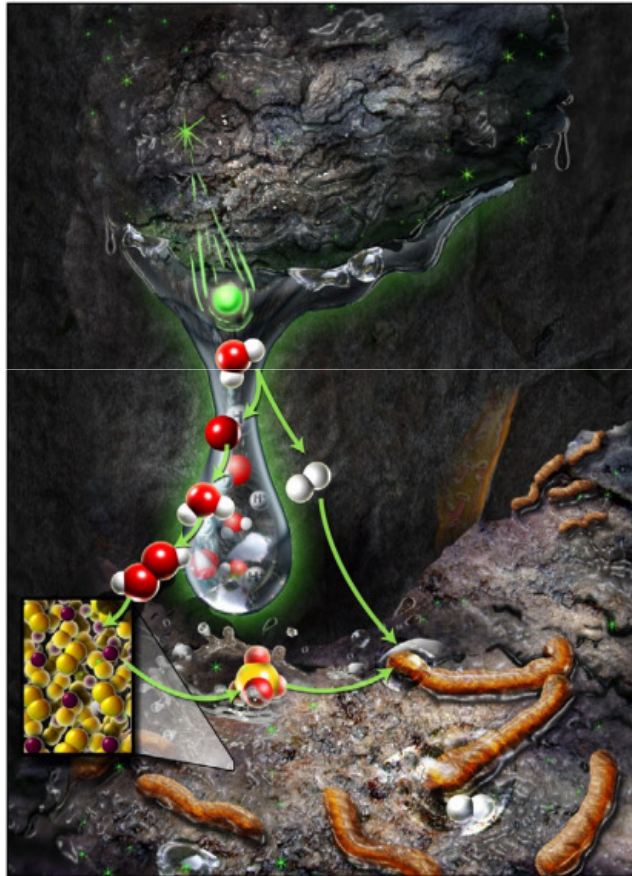
# RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

## EXTREMÓFILOS

Fator	Classe	Condição que define crescimento	Exemplo de organismo
Alta Temperatura	Hyperthermophilic Thermophilic	>80°C 60°C a 80°C	Pyrolobus fumarii
Baixa Temperatura	Psychrophilic	<15°C	Synechococcus lividis
Alto PH	Alkaliphilic	PH >9	Psychrobacter, Vibrio
Baixo PH	Acidophilic	pH < 5 (normalmente bem menos)	Natronobacterium
Radiação	-	Alto ionizante e radiação UV	Deinococcus radiodurans
Alta pressão	Basophilic Piezophile	alto peso alta pressão	<i>Desconhecido</i> Pyrococcus sp.
Salinidade	Halophilic	2 e 5 M NaCl	Halobacteriaceae
Poucos nutrientes	Oligotrophic	e.x., <1 mg L-1 carbono orgânico dissolvido	Sphingomonas alaskensis Caulobacter spp.
Tensão de oxigênio	Anaerobe Microaerophilic	não tolera oxigênio tolera pouco oxigênio	Methanococcus jannaschii
Extremos químicos	-	tolera altas concentrações de metais	Ferroplasma acidarmanus



# RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS



Micróbio se alimenta por radioatividade do urânio em profunda mina de ouro na África do Sul

**Fonte:** Nicolle Rager Fuller - **National Science Foundation**



# RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

## LOCAIS DO SISTEMA SOLAR CANDIDATOS A ABRIGAR ALGUMA FORMA DE VIDA

LOCAL	ALTA ATMOSFERA DE VÊNUS	MARTE	EUROPA (LUA DE JÚPITER)	GANIMEDES (LUA DE JÚPITER)	TITAN (LUA DE SATURNO)	ENCELADUS (LUA DE SATURNO)
CARACTERÍSTICAS	(-10°C) a (80°C) 1 atm 96% CO 3% Nitrogênio 0,003% vapor de água	-metano atmosférico -CO2 -vapor de água -125°C /20°C -existência passada de água líquida -solo composto de basalto vulcânico e óxidos de ferro	oceano subterrâneo 	-oceano salgado subterrâneo -campo magnético	-metano -oceano subterrâneo (água e amônia) -deserto de gelo e hidrocarbonetos	-fontes hidrotermais - energia (H2) → CH4 -oceano subterrâneo (pH 11-12) -NaCl -
POSSÍVEIS ORGANISMOS	micróbios extremófilos	micróbios metanogênicos\metanotróficos			seres metanogênicos	<i>Colwellia psychrerythraea 34H</i>

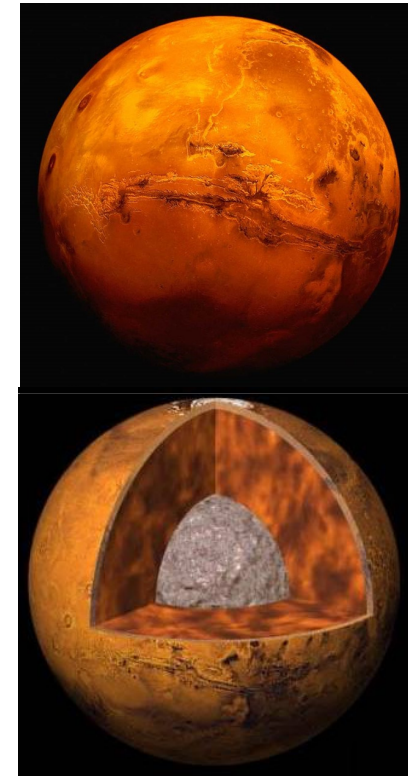
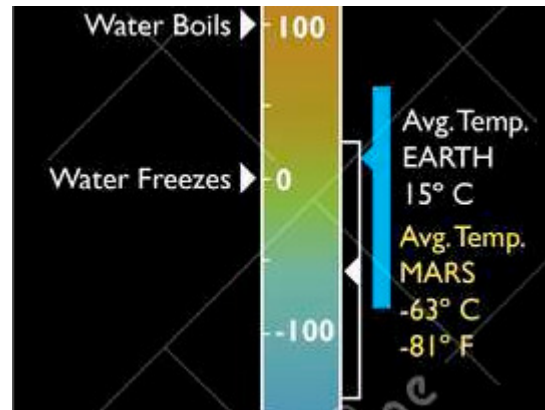




# RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

## MARTE

- dia: 24h40 min
- 1.88 anos da terra
- atmosfera fina com 95% de CO<sub>2</sub>
- encontra-se na zona habitável
- solo composto de basalto vulcânico e óxidos de ferro





## Locais fora do sistema solar propícios à vida

NOME	TIPO	MASSA ( $m_{\oplus}$ )	RAIO ( $r_{\oplus}$ )	FLUXO ( $s_{\oplus}$ )	T (K)	PERÍODO (dias)	DISTÂNCIA (a.l.)	IST
01. <u>Proxima b</u> (N)	M – Terra Quente	$\geq 1.3$	0.8 - 1.1 - 1.4	0.70	227	11.2	4	0.87
02. GJ 667 C c	M – Terra Quente	$\geq 3.8$	1.1 - 1.5 - 2.0	0.88	247	28.1	22	0.84
03. Kepler-442 b	K – Terra Quente	8.2 - 2.3 - 1.0	1.3	0.70	233	112.3	1115	0.84
04. GJ 667 C f*	M – Terra Quente	$\geq 2.7$	1.0 - 1.4 - 1.8	0.56	221	39.0	22	0.77
05. Wolf 1061 c	M – Terra Quente	$\geq 4.3$	1.1 - 1.6 - 2.0	0.60	223	17.9	14	0.76
06. Kepler-1229 b	M – Terra Quente	9.8 - 2.7 - 1.2	1.4	0.49	213	86.8	769	0.73
07. <u>Kapteyn b</u> *	M – Terra Quente	$\geq 4.8$	1.2 - 1.6 - 2.1	0.43	205	48.6	13	0.67
08. Kepler-62 f	K – Terra Quente	10.2 - 2.8 - 1.2	1.4	0.39	201	267.3	1200	0.67
09. Kepler-186 f	M – Terra Quente	4.7 - 1.5 - 0.6	1.2	0.29	188	129.9	561	0.61
10. GJ 667 C e*	M – Terra Quente	$\geq 2.7$	1.0 - 1.4 - 1.8	0.30	189	62.2	22	0.60

Fontes: [Extrasolar Planets Encyclopedia](#)  
[NASA Exoplanet Archive](#)

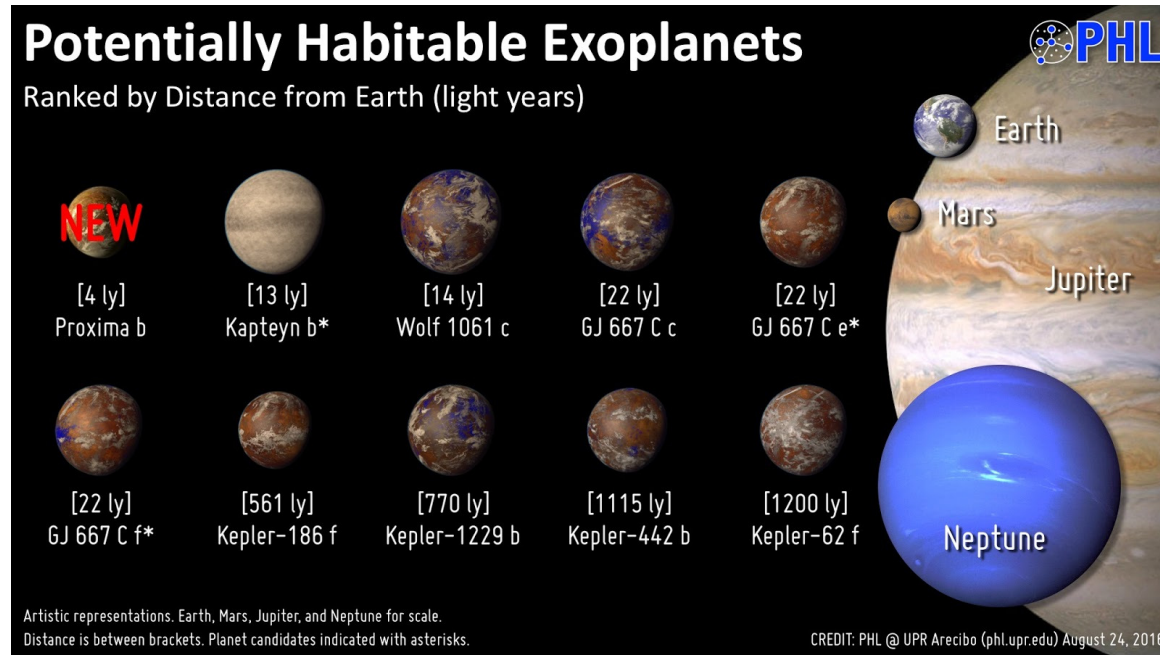
Planetary Habitability Laboratory - University of Puerto Rico at Arecibo





# RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

## Exoplanetas Potencialmente Habitáveis



Fonte: Planetary Habitability Laboratory  
<http://phl.upr.edu/projects/habitable-exoplanets-catalog>

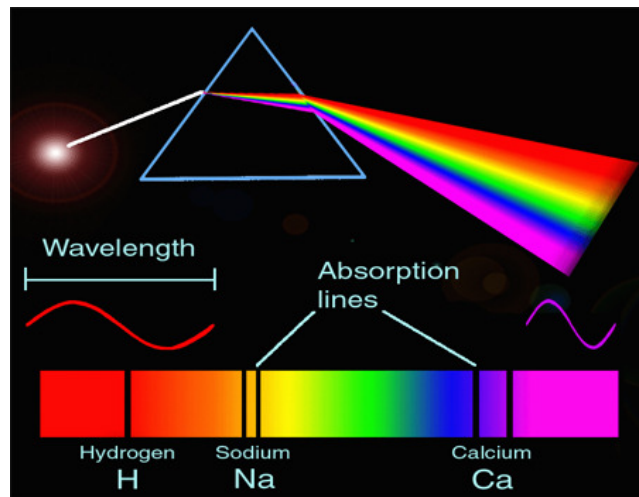




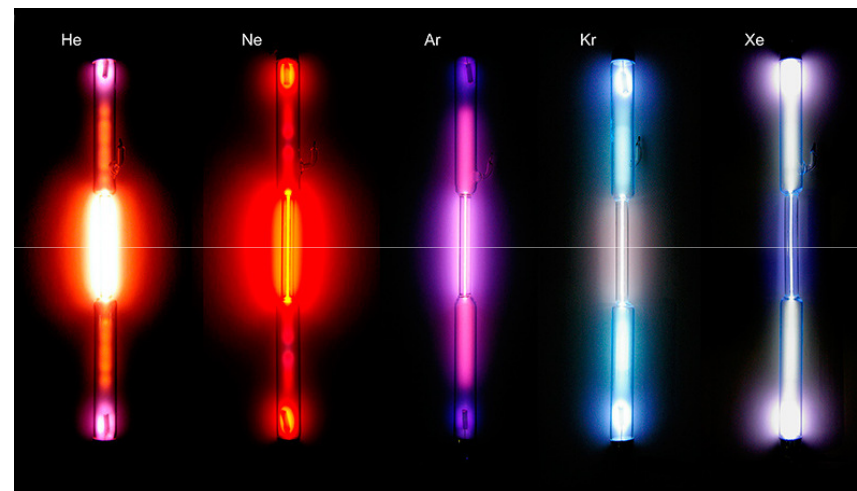


# RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

## Análise atmosférica por espectroscopia



**Fonte:** Comité de Espectroscopia -  
<http://www.sedoptica.es/SEDO/espectroscopia/index.html>



**Fonte:**  
<https://quimicainstrumental.wikispaces.com/3.+Espectroscopia+de+absor%C3%A7%C3%A3o+at%C3%B4mica>

NOME	TIPO	MASSA (m <sub>t</sub> )	RAIO (r <sub>t</sub> )	FLUXO (s <sub>t</sub> )	T (K)	PERÍODO (dias)	DISTÂNCIA (a.l.)	IST
01. Kepler-438 b	M – Terra Quente	4.0 - 1.3 - 0.6	1.1	0.88	276	35.2	473	0.88
02. Kepler-296 e	M – Terra Quente	12.5 - 3.3 - 1.4	1.5	1.22	267	34.1	737	0.85
03. Kepler-62 e	K – Super Terra Quente	18.7 - 4.5 - 1.9	1.6	1.10	261	122.4	1200	0.83
04. Kepler-452 b	G – Super Terra Quente	19.8 - 4.7 - 1.9	1.6	1.11	261	384.8	1402	0.83
05. K2-72 e	M – Terra Quente	9.8 - 2.7 - 1.2	1.4	1.46	280	24.2	181	0.82
06. GJ 832 c	M – Super Terra Quente	≥ 5.4	1.7	1.00	253	35.7	16	0.81
07. K2-3 d	M – Terra Quente	11.1	1.5	1.46	280	44.6	137	0.80
08. Kepler-1544 b	K – Super Terra Quente	31.7 - 6.6 - 2.6	1.8	0.90	248	168.8	1138	0.80
09. Kepler-283 c	K – Super Terra Quente	35.3 - 7.0 - 2.8	1.8	0.90	248	92.7	1741	0.79
10. <u>tau</u> Cet e*	G – Terra Quente	≥ 4.3	1.6	1.51	282	168.1	12	0.78
11. Kepler-1410 b	K – Super Terra Quente	31.7 - 6.6 - 2.6	1.8	1.34	274	60.9	1196	0.78
12. GJ 180 c*	M – Super Terra Quente	≥ 6.4	1.8	0.79	239	24.3	38	0.77
13. Kepler-1638 b	G – Super Terra Quente	42.7 - 7.9 - 3.1	1.9	1.39	276	259.3	2866	0.76
14. Kepler-440 b	K – Super Terra Quente	41.2 - 7.7 - 3.1	1.9	1.43	273	101.1	851	0.75
15. GJ 180 b*	M – Super Terra Quente	≥ 8.3	1.9	1.23	268	17.4	38	0.75
16. Kepler-705 b	M – Super Terra Quente	? - 12.7 - 4.8	2.1	0.83	243	56.1	818	0.74
17. HD 40307 g*	K – Super Terra Quente	≥ 7.1	1.8	0.68	227	197.8	42	0.74
18. GJ 163 c	M – Super Terra Quente	≥ 7.3	1.8	0.66	230	25.6	49	0.73
19. Kepler-61 b	K – Super Terra Quente	? - 13.8 - 5.2	2.2	1.27	267	59.9	1063	0.73
20. K2-18 b	M – Super Terra Quente	? - 16.5 - 6.0	2.2	0.92	250	32.9	111	0.73
21. Kepler-1606 b	G – Super Terra Quente	? - 11.9 - 4.5	2.1	1.41	277	196.4	2869	0.73
22. Kepler-1090 b	G – Super Terra Quente	? - 16.8 - 6.1	2.3	1.20	267	198.7	2289	0.72



## RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

23. Kepler - 443 b	K – Super Terra Quente	? - 19.5 - 7.0	2.3	0.89	247	177.7	2540	0.71
24. Kepler - 22 b	G – Super Terra Quente	? - 20.4 - 7.2	2.4	1.11	261	289.9	619	0.71
25. GJ 422 b*	M – Super Terra Quente	≥ 9.9	1.4 - 2.0 - 2.6	0.68	231	26.2	41	0.71
26. K2 - 9 b	M – Super Terra Quente	? - 16.8 - 6.1	2.2	1.38	276	18.4	359	0.71
27. Kepler - 1552 b	K – Super Terra Quente	? - 25.2 - 8.7	2.5	1.11	261	184.8	2015	0.70
28. GJ 3293 c*	M – Super Terra Quente	≥ 8.6	1.4 - 1.9 - 2.5	0.60	223	48.1	59	0.70
29. Kepler 1540 b	K – Super Terra Quente	? - 26.2 - 9.0	2.5	0.92	250	125.4	854	0.70
30. Kepler - 298 d	K – Super Terra Quente	? - 26.8 - 9.1	2.5	1.29	271	77.5	1545	0.68
31. Kepler - 174 d	K – Super Terra Quente	? - 14.8 - 5.5	2.2	0.43	206	247.4	1174	0.61
32. Kepler - 296 f	M – Super Terra Quente	28.7 - 6.1 - 2.5	1.8	0.34	194	63.3	737	0.60
32. GJ 682 c*	M – Super Terra Quente	≥ 8.7	1.4 - 1.9 - 2.5	0.37	198	57.3	17	0.59
34. KOI - 4427 b*	M – Super Terra Quente	38.5 - 7.4 - 3.0	1.8	0.24	179	147.7	782	0.52

**Fontes:** Extrasolar Planets Encyclopedia, NASA Exoplanet Archive and Planetary Habitability Laboratory - University of Puerto Rico at Arecibo



## CONCLUSÃO

*“Acreditamos que estamos muito, muito perto em termos tecnologia e ciência para realmente encontrar uma nova Terra e sinais de vida em outro planeta”*

Sara Seager

Professora de ciência planetária e física no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT)

- Grande probabilidade de encontrarmos vida em outros planetas nos próximos anos;
- Tecnologias aeroespaciais → mais eficientes técnicas de exploração espacial;
- Há muito exoplanetas em nossa galáxia com condições para abrigar vida.