



Astrofísica Geral

Tema 27: Detecção de vida

Alexandre Zabet

Índice

Perguntas fundamentais

Bioassinaturas

Bioassinaturas – sondas

Bioassinaturas – luz

Bibliografia



Índice

Perguntas fundamentais

Bioassinaturas

Bioassinaturas – sondas

Bioassinaturas – luz

Bibliografia



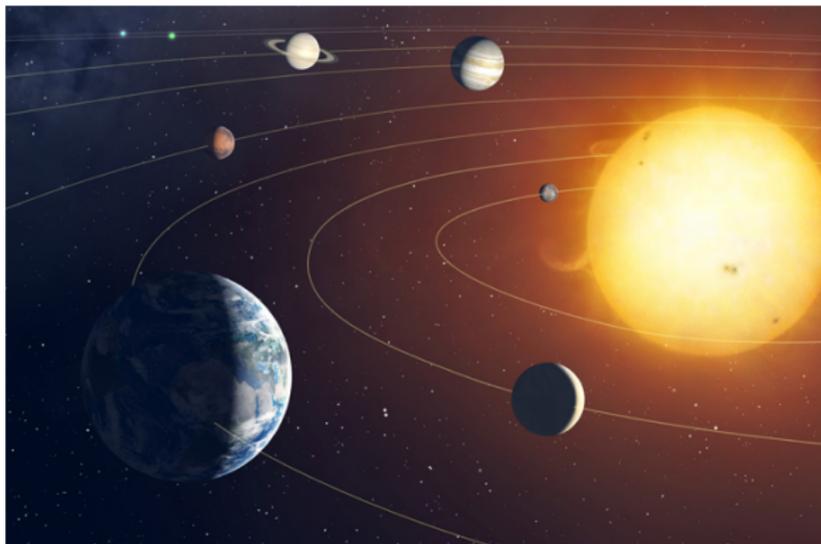
Perguntas



VIDA: Onde? Quando? Como?



Onde?



Onde a vida pode existir? Planetas, luas, cometas, asteroides, etc?



Onde?



- ▶ Perto
 - ▶ Sistema Solar (\sim min luz)
 - ▶ Sondas
- ▶ Redondezas
 - ▶ Exoplanetas (\lesssim 1000 anos luz)
 - ▶ Espectroscopia
- ▶ Distante
 - ▶ Civilizações inteligentes (\gtrsim 1000 anos luz)
 - ▶ Comunicação em Rádio



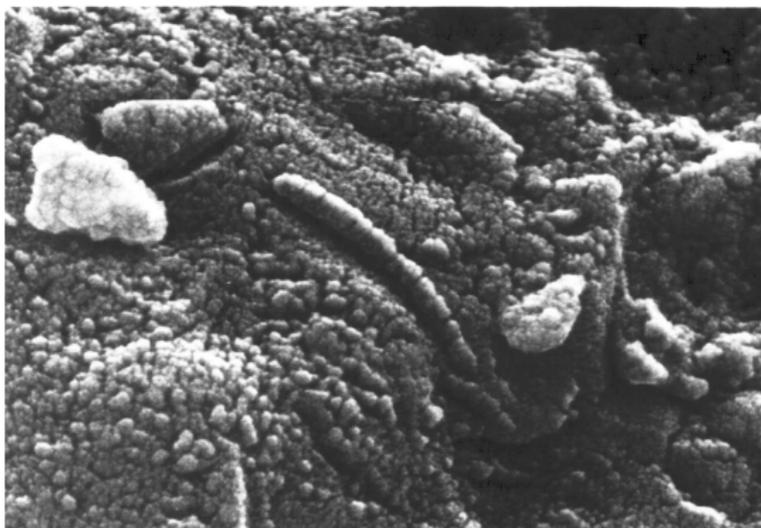
Quando?



O universo já teve condições de abrigar vida nos primeiros bilhões de anos.
Procuramos por vida existente agora ou que já se extinguiu?



Como? Panspermia?



Microscopia eletrônica do meteorito Allan Hills 84001, descoberto em 1984 na Antártica. A NASA divulgou esta imagem em 1996 afirmando que poderia se tratar de um fóssil de uma bactéria marciana. A divulgação teve direito até a discurso do Presidente Bill Clinton na TV.



Como? Panspermia?



Ultra-T e Superman. Os alienígenas são diferentes ou parecidos conosco? As técnicas de detecção de vida dependem muito da vida ser igual em todo o universo, ou em várias partes, ou ser diferente em cada lugar.



Índice

Perguntas fundamentais

Bioassinaturas

Bioassinaturas – sondas

Bioassinaturas – luz

Bibliografia



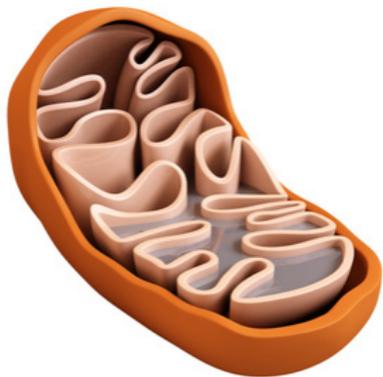
Definição



Bioassinaturas (ou biomarcadores) são elementos que só podem ser gerados por seres vivos. Podem ser: fósseis, moléculas orgânicas ou mesmo inorgânicas.



Definição



Mitocôndria, responsável pela respiração celular, está ligada ao metabolismo.

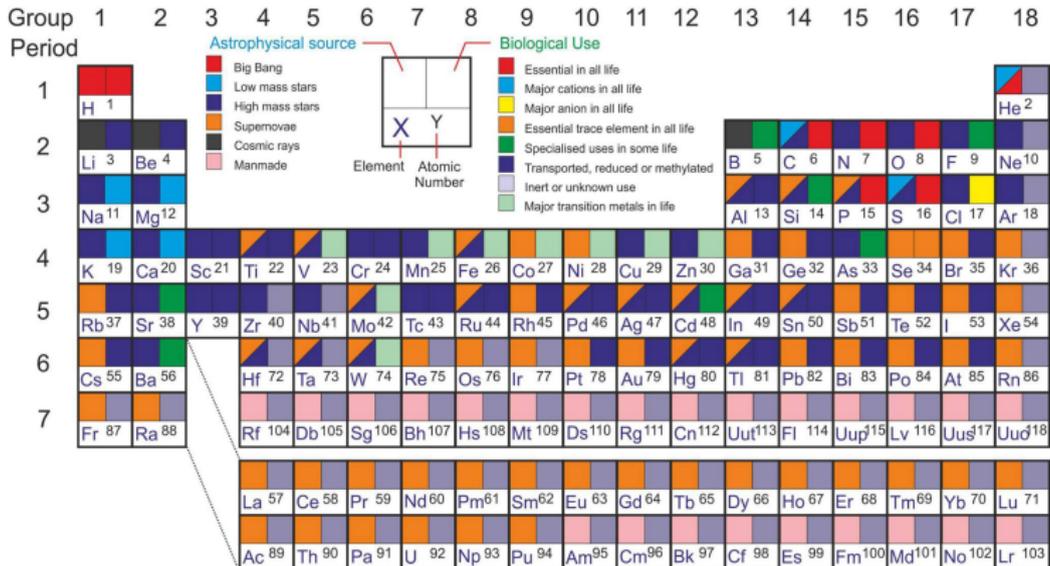
- ▶ Encontrar moléculas ligadas ao metabolismo
- ▶ Provar que só foram geradas assim:
 - ▶ Rota abiótica impossível por ser complexa demais
 - ▶ Rota abiótica impossível por causa do ambiente



Elementos químicos

The Astrobiological Periodic Table

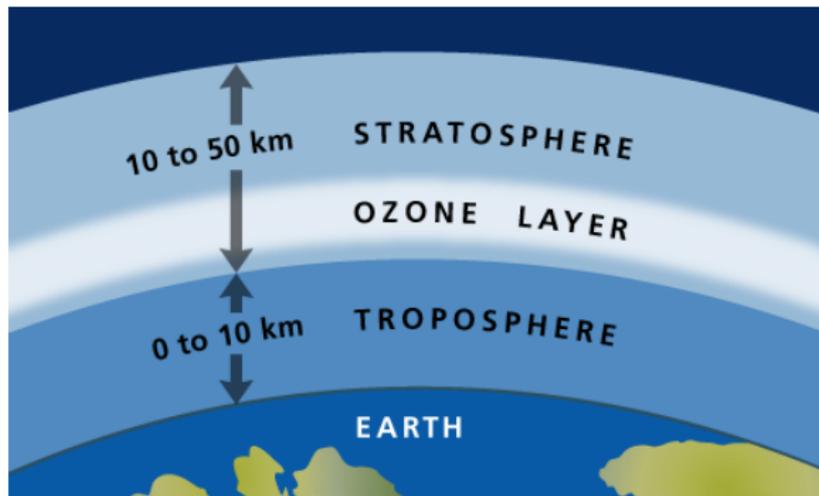
© Charles S Cockell, v. 1.0 [June 2015]: The Astrobiological Periodic Table



Biological data from Wackett, L.P., Dodge, A.G., Ellis, L.B.M. (2004) *Applied and Environmental Microbiology* 70, 647-655.



Moléculas simples

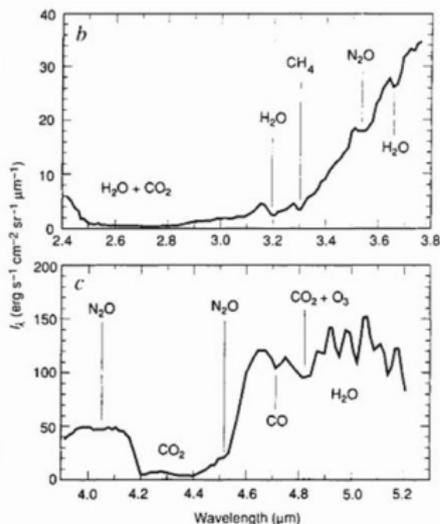
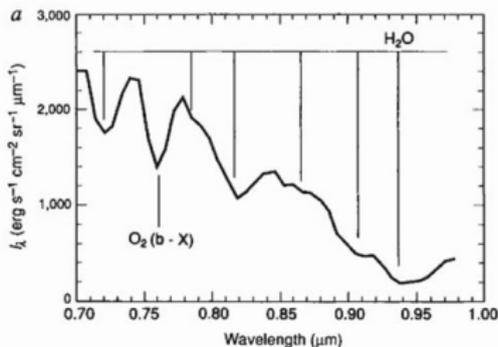


Algumas moléculas simples só estão livres na atmosfera por causa da ação biológica:

CO_2 , O_2 , O_3 (ozônio), CH_4 .



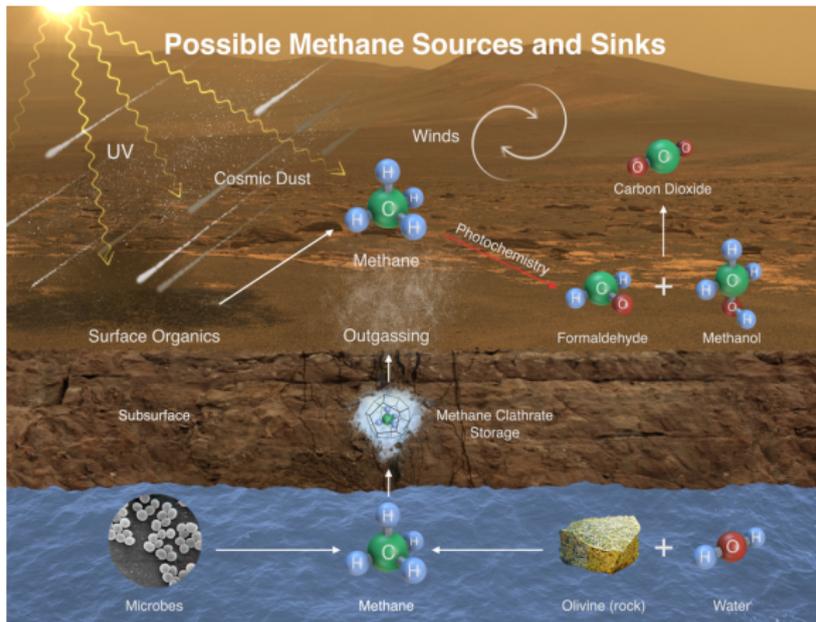
Moléculas simples



Sagan et al, 1993, Nature: “No seu sobrevoo de dezembro de 1990 sobre a Terra, a sonda Galileo encontrou evidência de abundante oxigênio gasoso (...) e metano atmosférico em extremo desequilíbrio termodinâmico; juntas, [essas detecções] são fortemente sugestivas de vida na Terra. Além disso, a presença de uma transmissão de rádio, em banda estreita, pulsada e modulada em amplitude, parece ser unicamente atribuída à inteligência.”



Metano



É necessário estudar os vários mecanismos possíveis para geração de uma bioassinatura. O metano, por exemplo, pode ter origem biótica ou não. Este diagrama da NASA explica as possíveis fontes para o metano detectado em Marte.



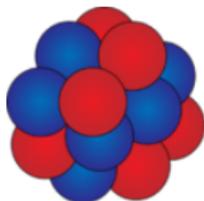
Moléculas orgânicas complexas



Algumas moléculas orgânicas complexas são formadas em quantidade por vias exclusivamente biológicas, como os carotenóides, família de moléculas que formam a pigmentação das plantas.



Isótopos

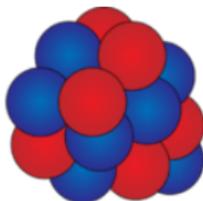


Carbon-12

98.9%

6 protons

6 neutrons

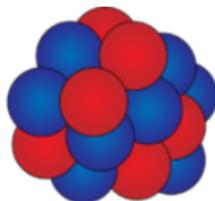


Carbon-13

1.1%

6 protons

7 neutrons



Carbon-14

<0.1%

6 protons

8 neutrons

A fração de isótopos pode ser uma assinatura de vida, pois os isótopos têm a mesma afinidade química, mas massas diferentes, o que faz os processos biológicos e físicos favorecerem um ou outro tipo de isótopo. Na água, por exemplo, a taxa de evaporação depende do peso molecular.



Índice

Perguntas fundamentais

Bioassinaturas

Bioassinaturas – sondas

Bioassinaturas – luz

Bibliografia



Sondas

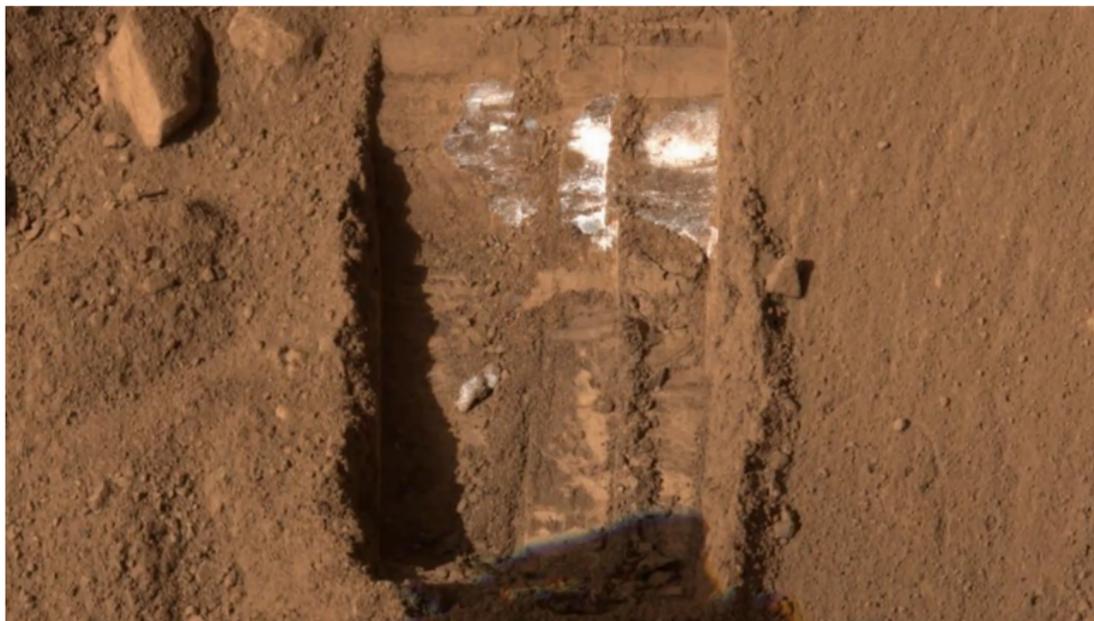


Auto-retrato da sonda americana Curiosity, que está desde 6/8/2012 em Marte, coletando dados.

- ▶ Laboratórios
- ▶ Movimenta-se
- ▶ Adaptada para cada ambiente
- ▶ Cara!
- ▶ Limitação – só estuda o que foi projetado
- ▶ A experiência perfeita:
 - ▶ Trazer amostras para a Terra
 - ▶ Fazer cultura biológica



Sondas em Marte

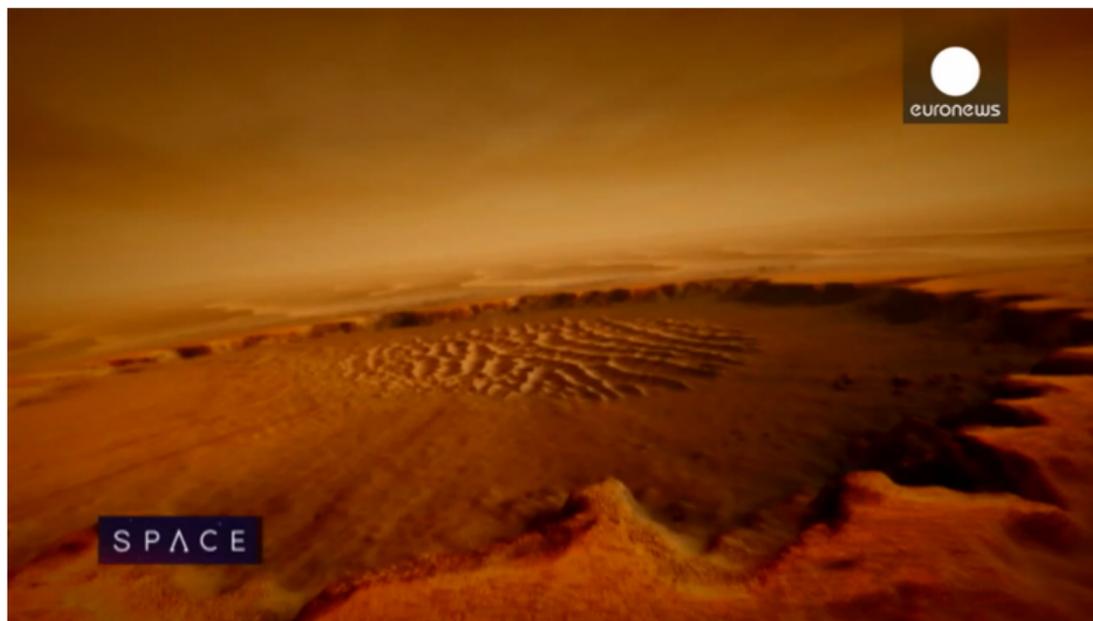


<https://www.youtube.com/watch?v=pwipxdQ74pU>

Video comemorativo dos 50 anos de exploração marciana pela NASA.



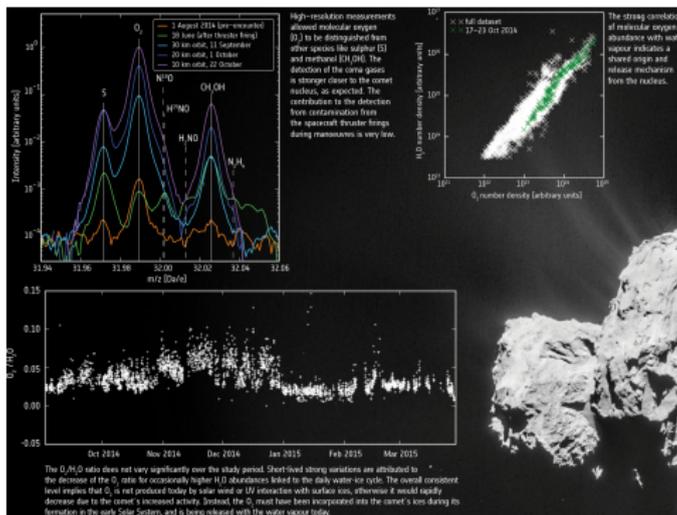
Exomars em Marte



<https://www.youtube.com/watch?v=X50TMG0vSnU>

Exploração de Marte pela Exomars.





A sonda Rosetta entrou em órbita do cometa 67P/Churyumov–Gerasimenko em 2015 e detectou O_2 em quantidade. Foi a primeira detecção em um cometa e o resultado não era esperado, pois o O_2 é muito reativo e já deveria ter desaparecido. Aparentemente o O_2 está vindo do núcleo e tem origem com a formação do Sistema Solar.



Índice

Perguntas fundamentais

Bioassinaturas

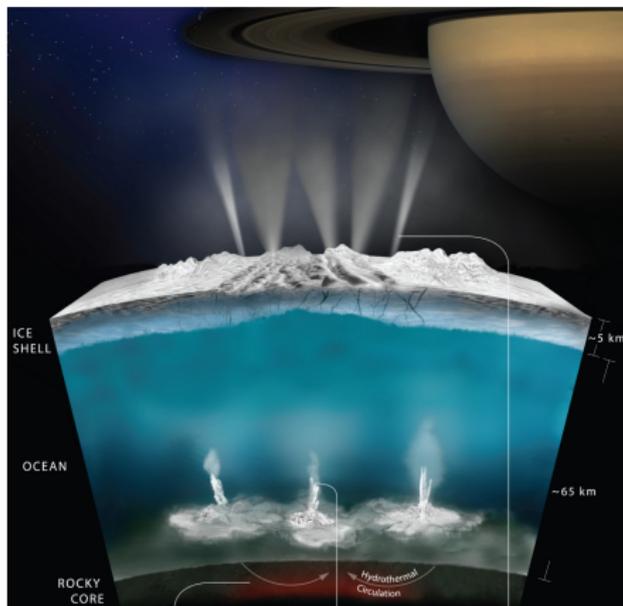
Bioassinaturas – sondas

Bioassinaturas – luz

Bibliografia



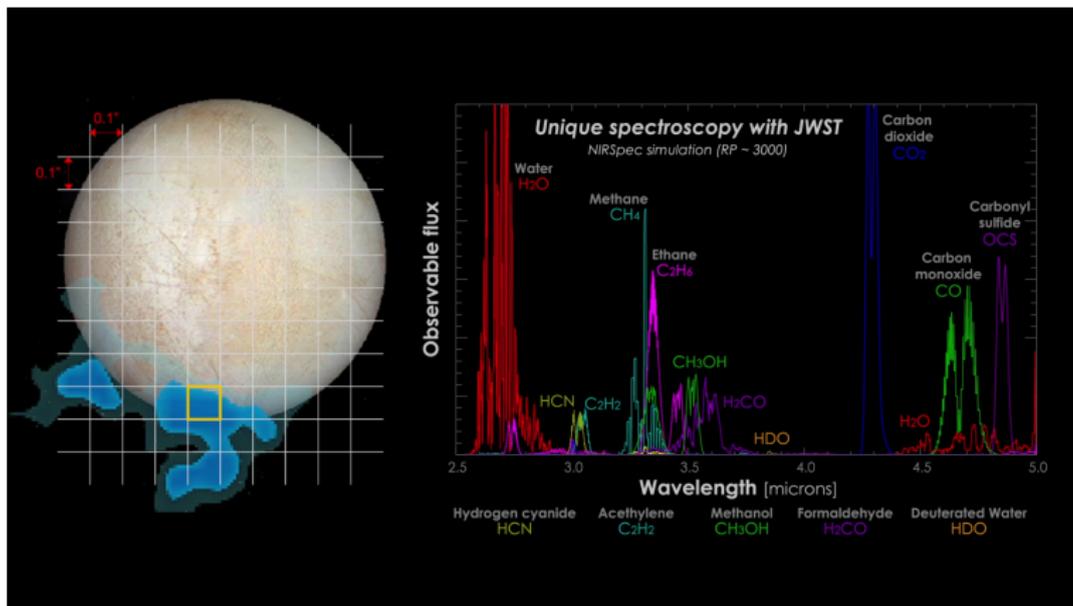
Encelado e Europa



Encelado e Europa (luas de Saturno e Júpiter, respectivamente) são luas que têm oceanos líquidos sob crostas espessas de gelo. Podem abrigar vida.



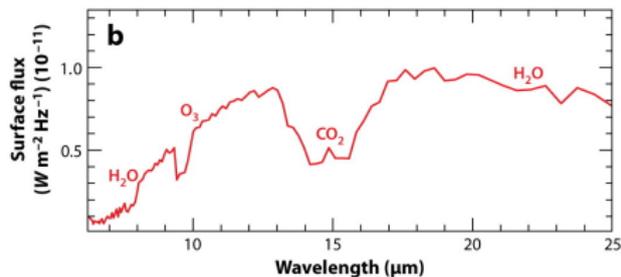
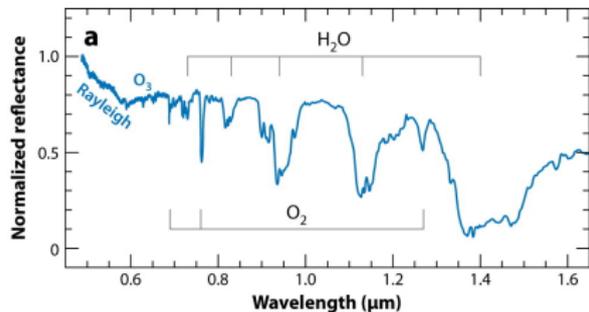
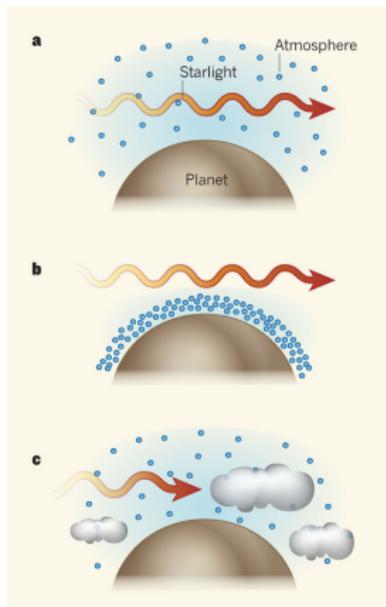
Encelado e Europa



O Telescópio Espacial James Webb, que será lançado em 2018, irá poder analisar o espectro das plumas de água de Encelado e Europa para tentar identificar bioassinaturas.



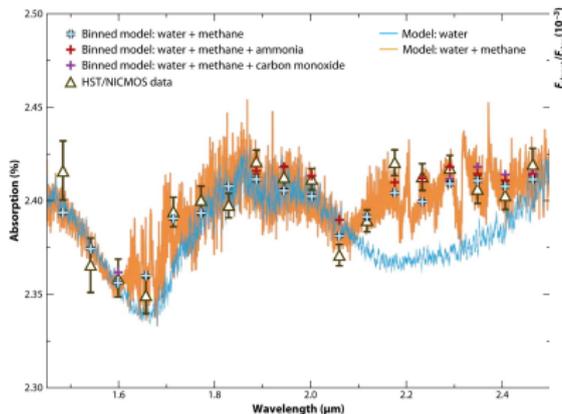
Espectro de planetas



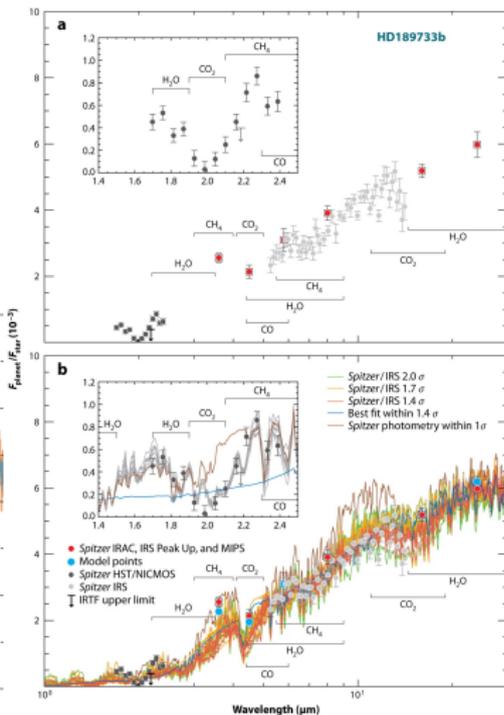
Através da luz da estrela que cruza a atmosfera do planeta é possível estudar sua atmosfera. Espectro da atmosfera terrestre vista do espaço. Seager & Deming, 2010.



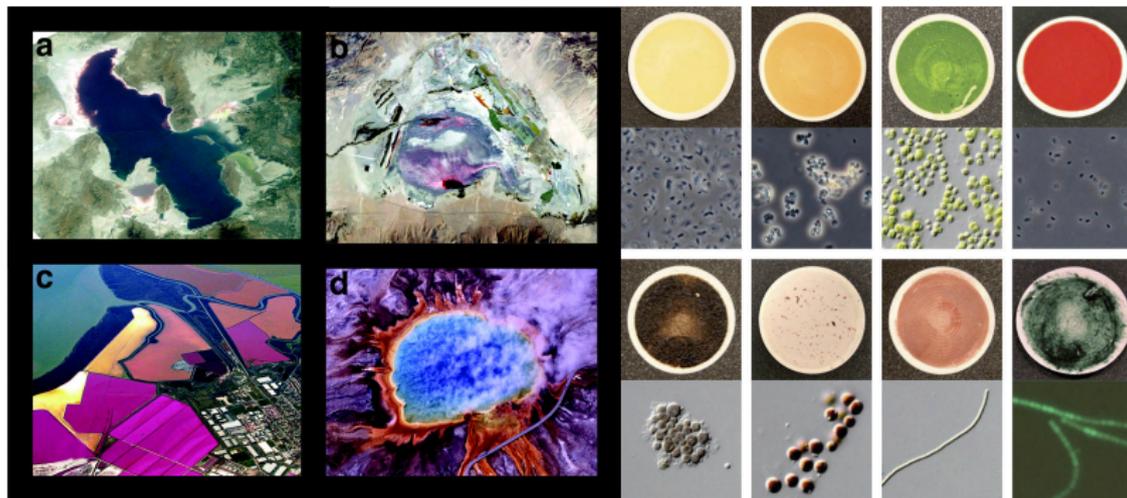
Espectro de planetas



Espectro de HD 189733. Seager & Deming, 2010.



Espectro de planetas

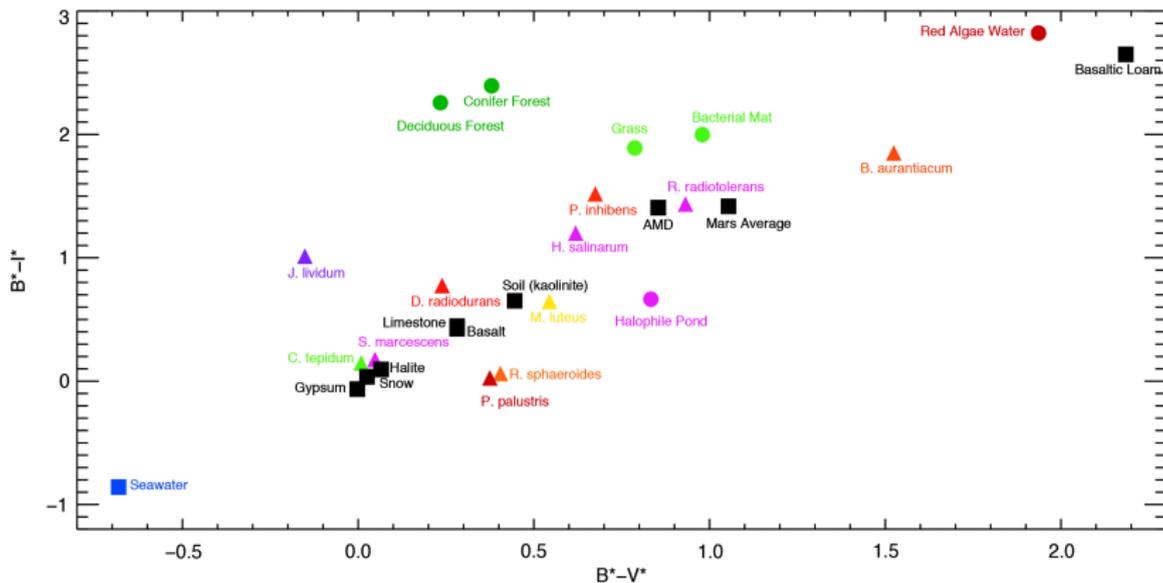


Pigmentos (carotenos) dão cores diferentes a diversas coberturas vivas na Terra.

Dependendo do tipo de vida no planeta, ele poderá ter cores diferentes. Lisa Kaltenegger e colegas catalogaram as cores de 137 microorganismos comuns na Terra para ajudar a procurar por vida em outros planetas.



Fotometria de planetas



Nem sempre é preciso de espectroscopia para um estudo inicial das cores de um planeta. Diagrama cor-cor de diversos tipos de coberturas na Terra, biológicas ou não.

Schwieterman et al, 2015.



Índice

Perguntas fundamentais

Bioassinaturas

Bioassinaturas – sondas

Bioassinaturas – luz

Bibliografia



Fontes para estudo

- ▶ O céu que nos envolve, capítulo 11
- ▶ Seção “A Origem da Vida e Vida Extraterrestre” em <http://astro.if.ufrgs.br/>
- ▶ A vida no Cosmo, Scientific American, 2003, Duetto
- ▶ O Universo Vivo, Chris Impey, Editora Larrouse, 2009



REALIZAÇÃO

