

AGA0100

4.1 Exoplanetas

Quantos planetas existem?

- Métodos de busca
 - Imagem
 - Velocidade radial
 - Trânsito (eclipse)
- Propriedades e estatísticas

- 1988 – detecção de objeto de baixa massa em torno de γ Cep: um planeta?
- 1992 – 2 planetas em torno do pulsar PSR 1257+12.
- 1995 – primeiro planeta (0.47 Mj) em torno de uma estrela de Sequência Principal (tipo G, 51 Peg) .

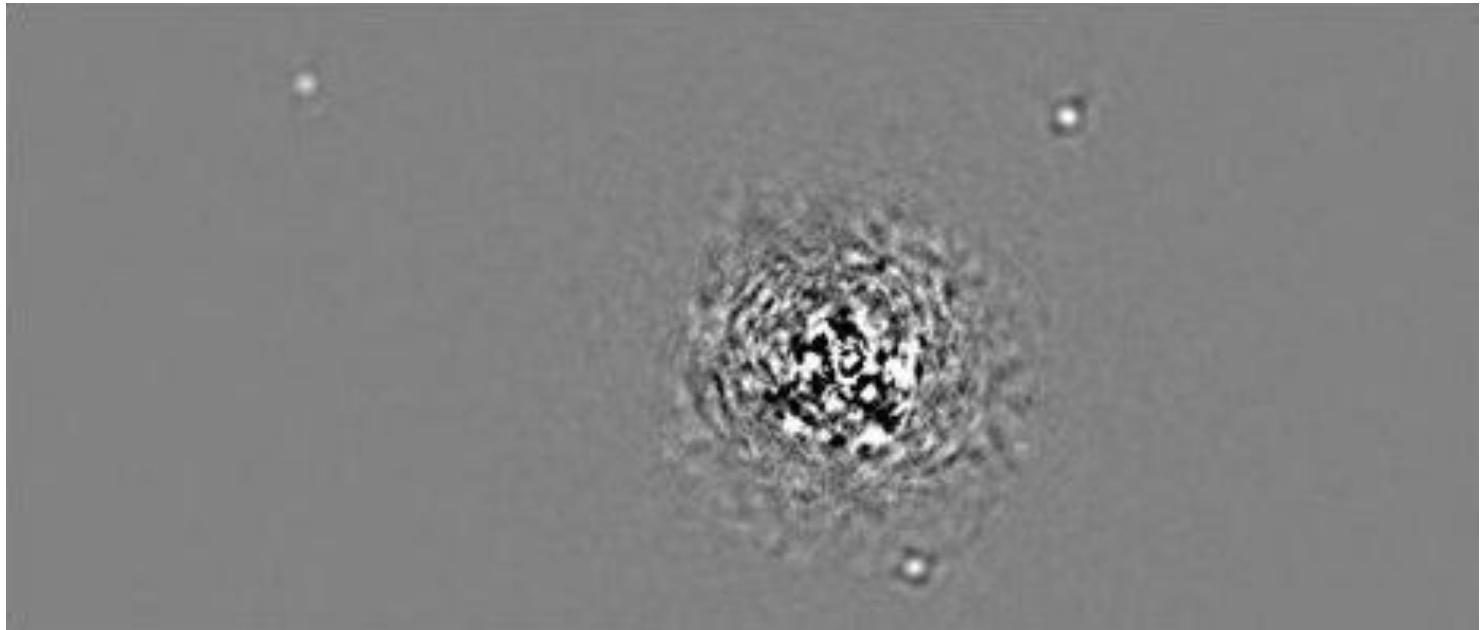
Método de imagens

Dificuldades:

- **Contraste**
 - Um planeta brilha tipicamente um bilhão de vezes menos do que sua estrela.
- **Proximidade**
 - Dada a proximidade, a estrela ofusca o planeta.

Imagem infravermelha de HR 8799

- Por quê infravermelho?
 - A óptica adaptativa funciona melhor
 - Planetas costumam emitir luz infravermelha



- HR 8799

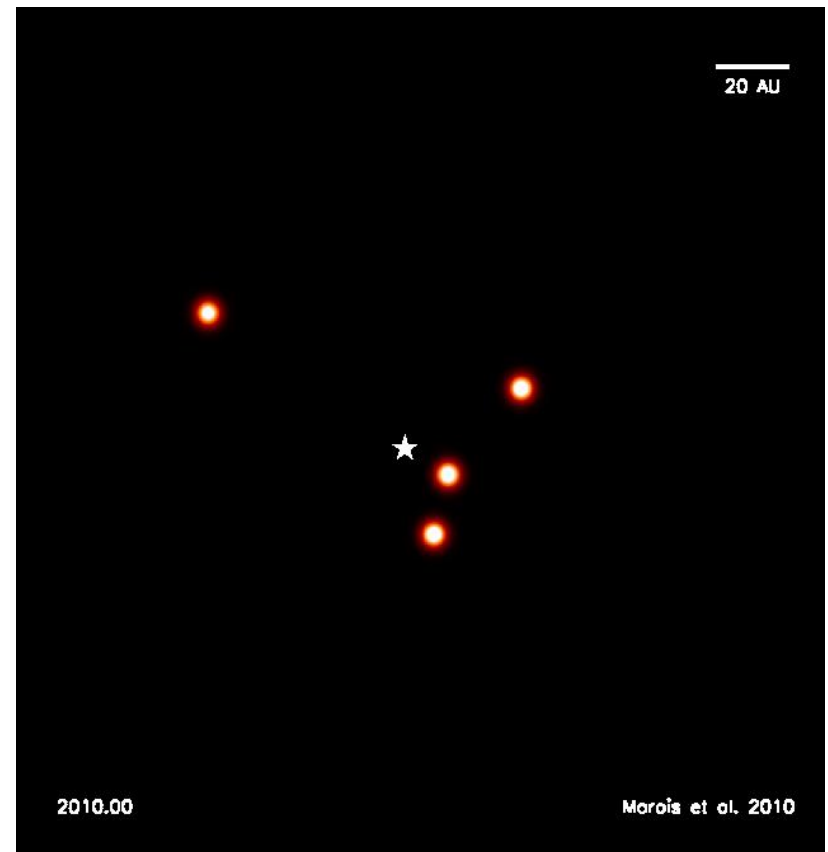
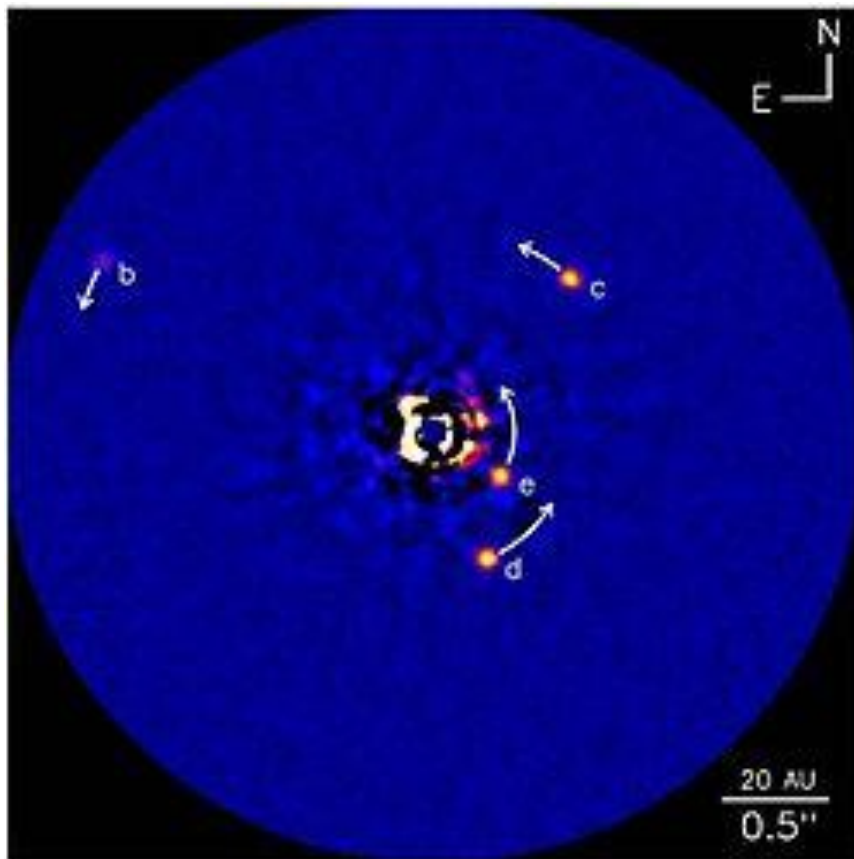
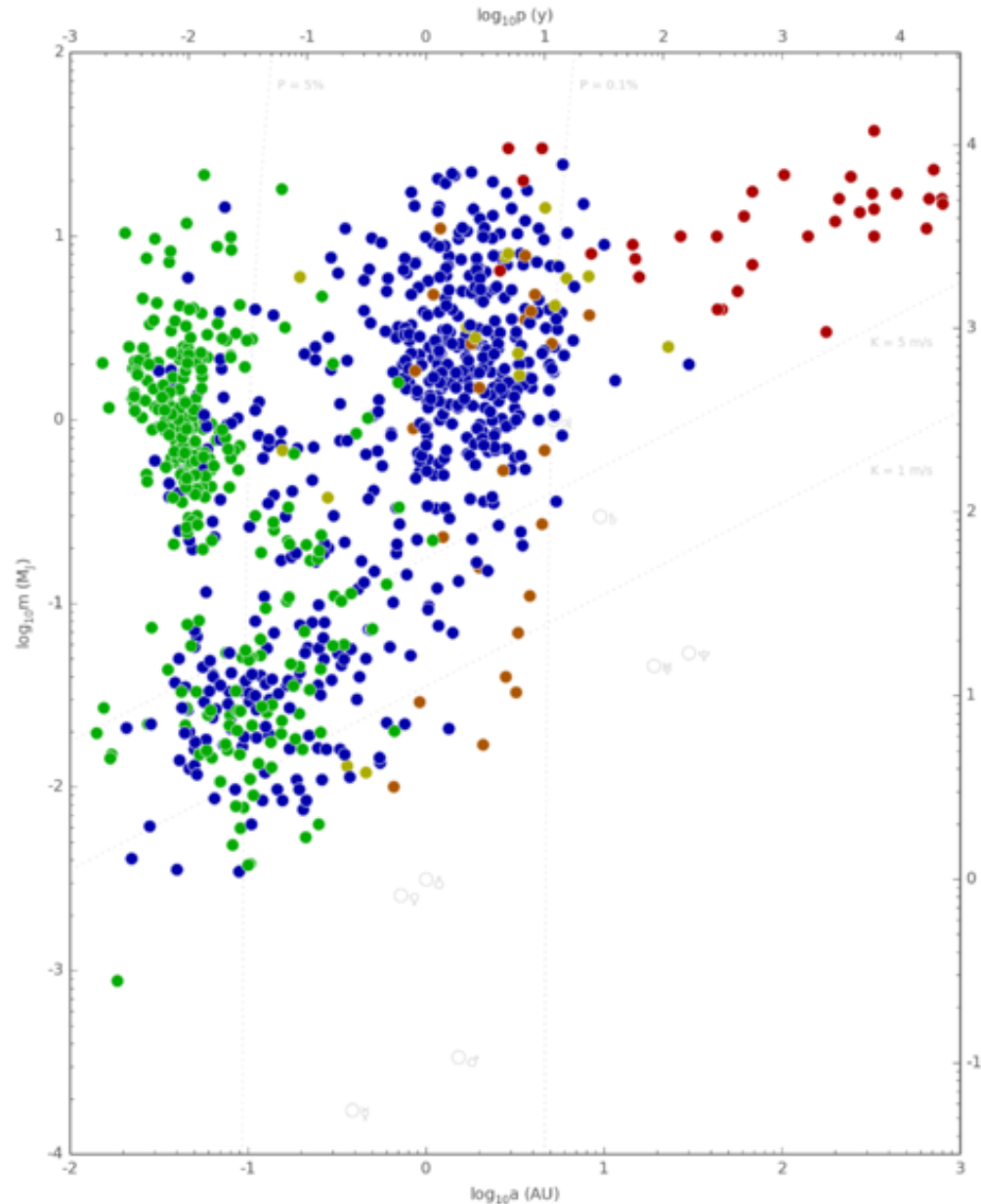


Diagrama massa do planeta x distância à estrela

- Pontos vermelhos: pelo método da imagem, detectamos preferencialmente planetas massivos e distantes.
- Pontos azuis: método da velocidade radial.
- Pontos verdes: método de trânsito (eclipse).

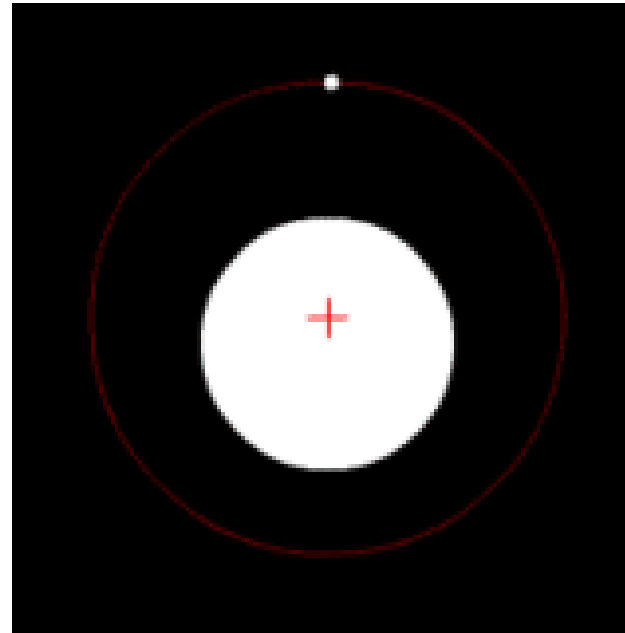
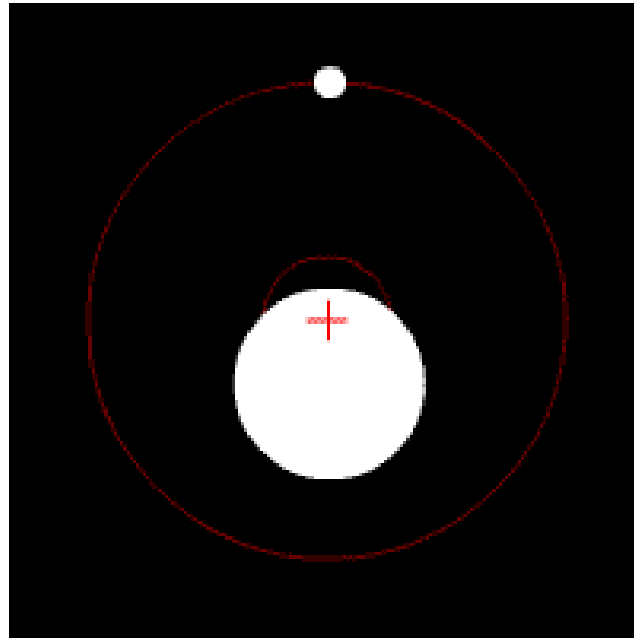
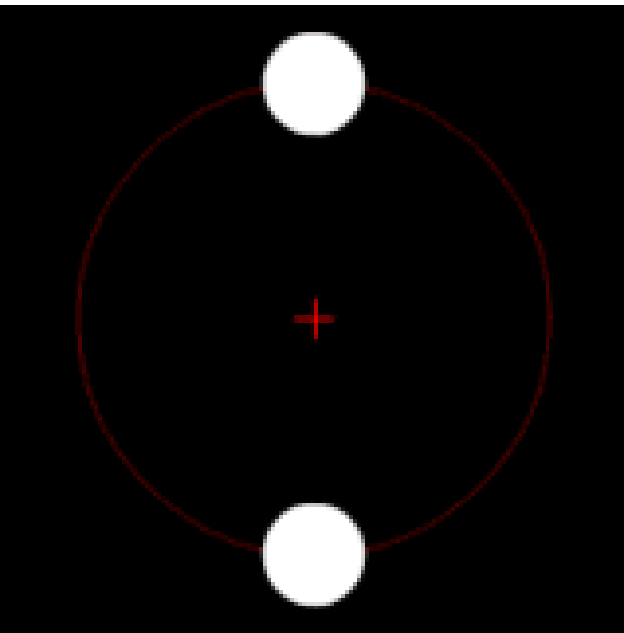


Método da velocidade radial

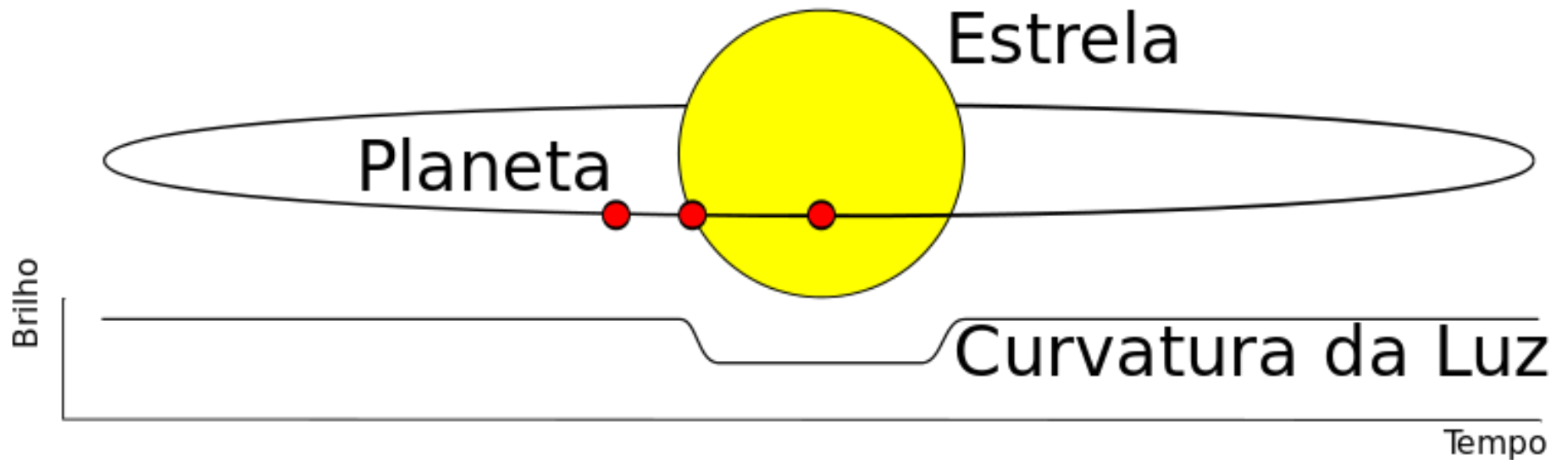
Dificuldades:

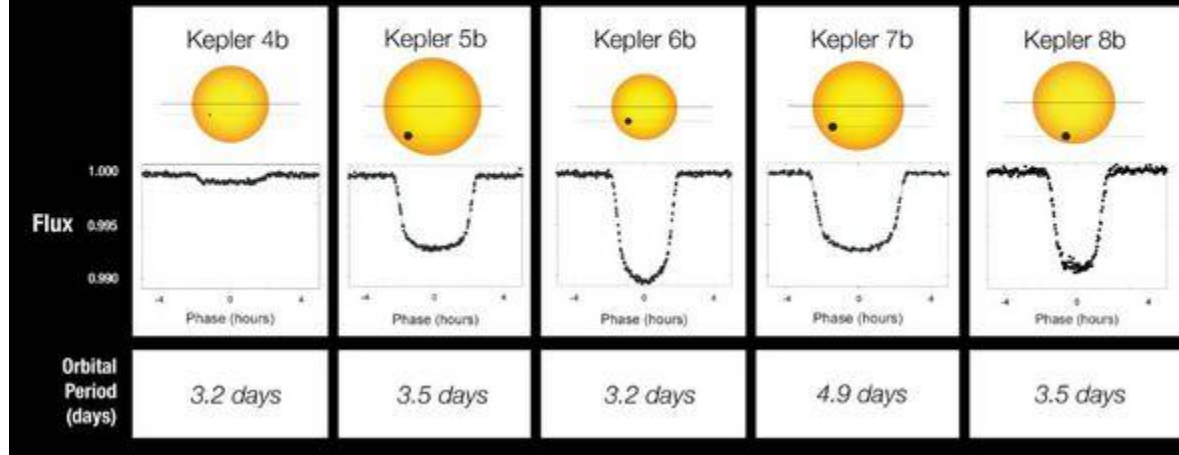
- Planeta não observável
- Tecnologia de espectroscopia: precisão

$$v/V = M/m$$



Método do trânsito (eclipse)





- A proporção do tamanho relativo estrela/planeta define a profundidade do eclipse.

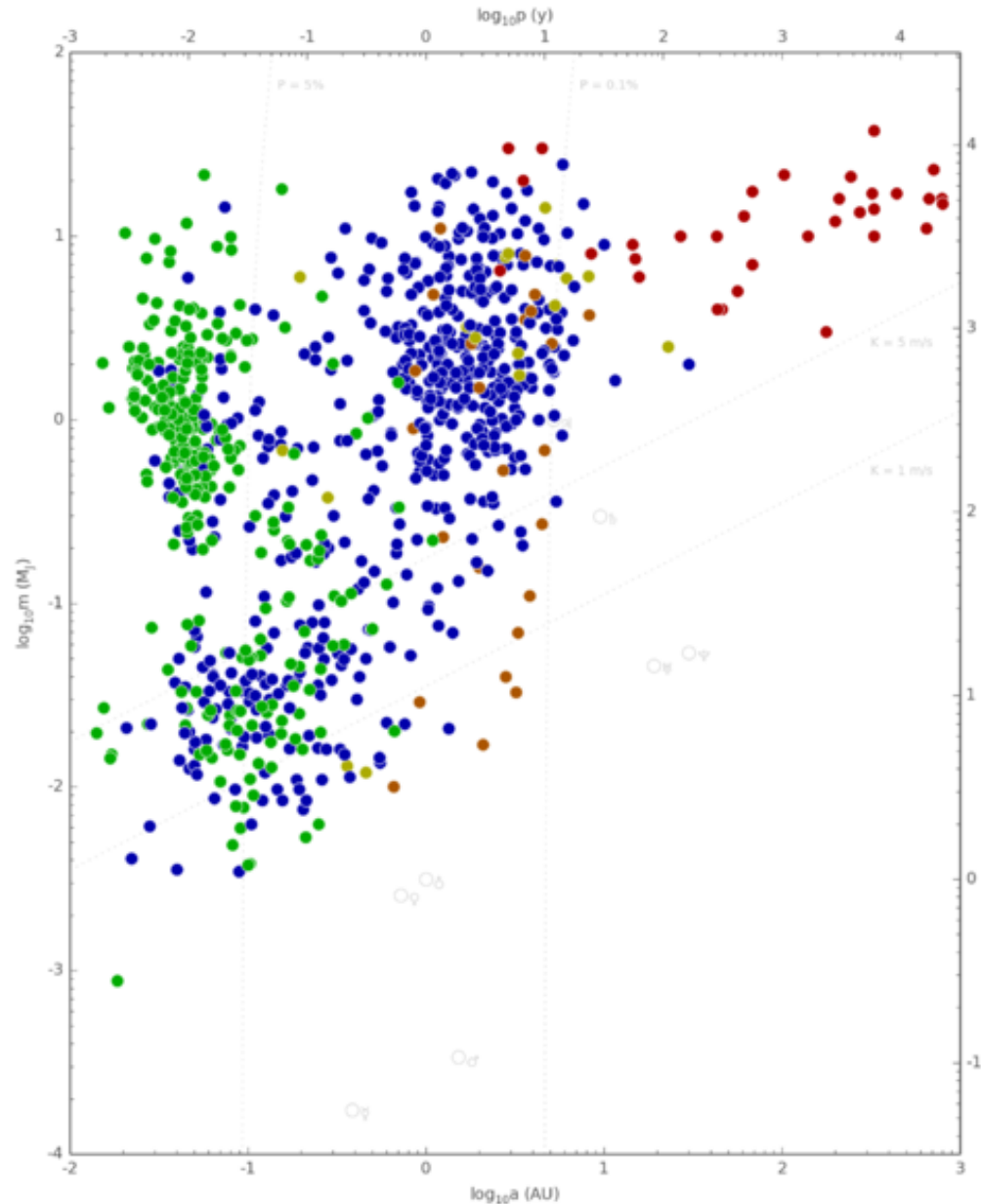
Observações de trânsito: Telescópios e satélites

- WASP - Wide Angle Search for Planets; HATnet
- Kepler; COROT



Diagrama massa do planeta x distância à estrela

- Pontos marrons: pelo método da imagem, detectamos preferencialmente planetas massivos e distantes.
- Pontos azuis: método da velocidade radial.
- Pontos verdes: método de trânsito (eclipse).

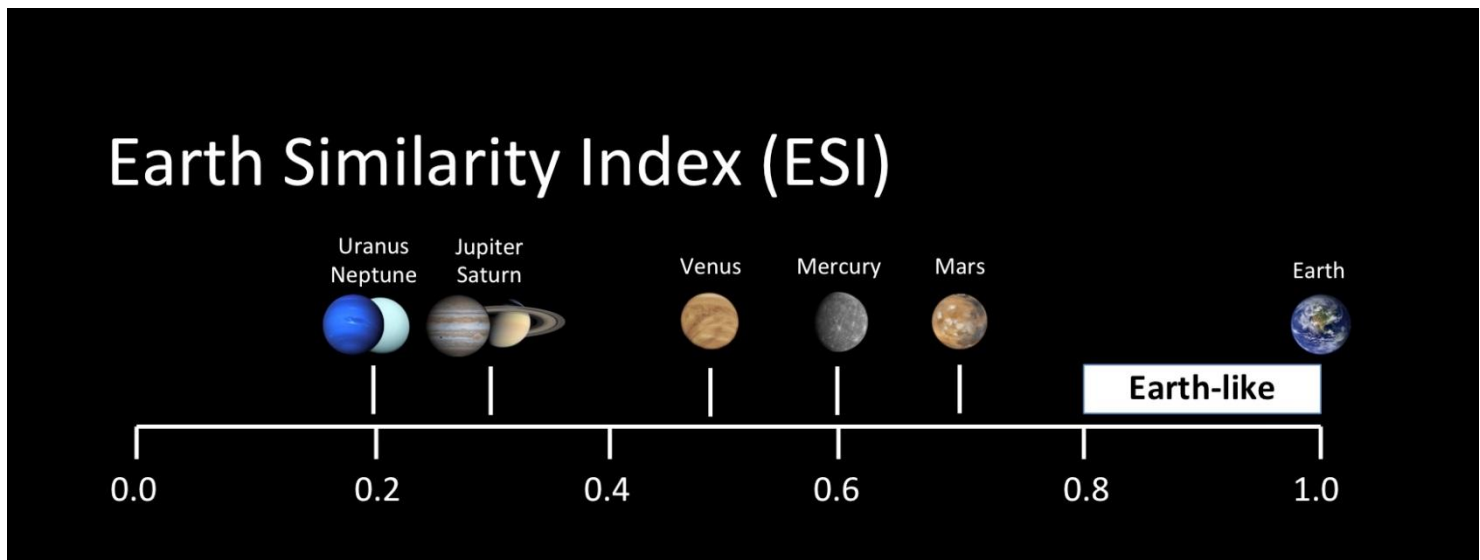


Outros métodos para descobrir exoplanetas

- Microlentes gravitacionais
- Astrometria
- “Timing” de pulsar
- “Timing” de pulsação de estrelas
- Variação de tempo de eclipse
- Variação de duração de eclipse
- Polarimetria
- Modulação por reflexão
- Variações elipsoidais
- Discos circum-estelares

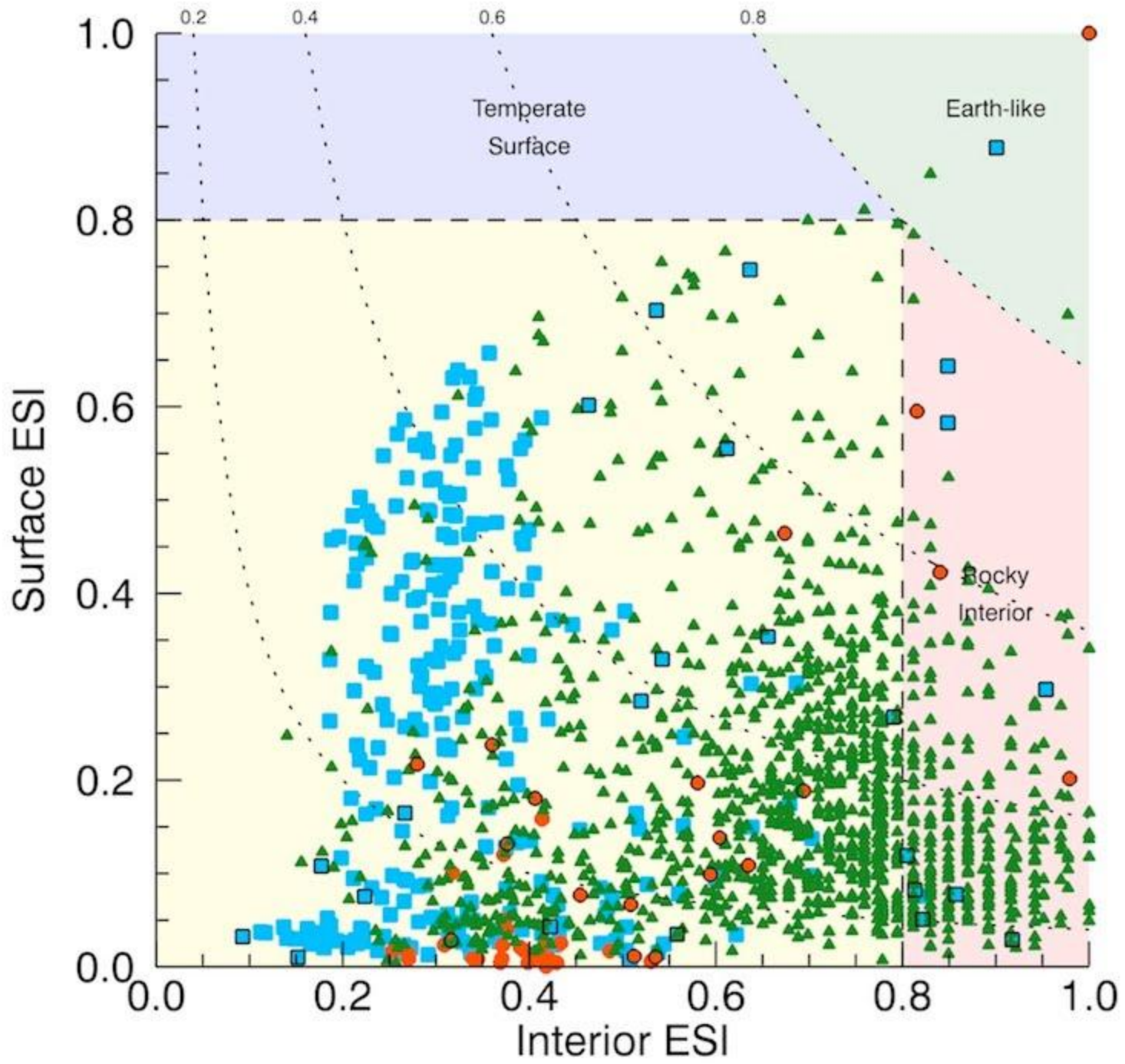
ESI - O índice de semelhança à Terra (Earth Similarity Index)

$$ESI = \prod_{i=1}^n \left(1 - \frac{|x_i - x_{io}|}{x_i + x_{io}}\right)^{\frac{w_i}{n}}$$



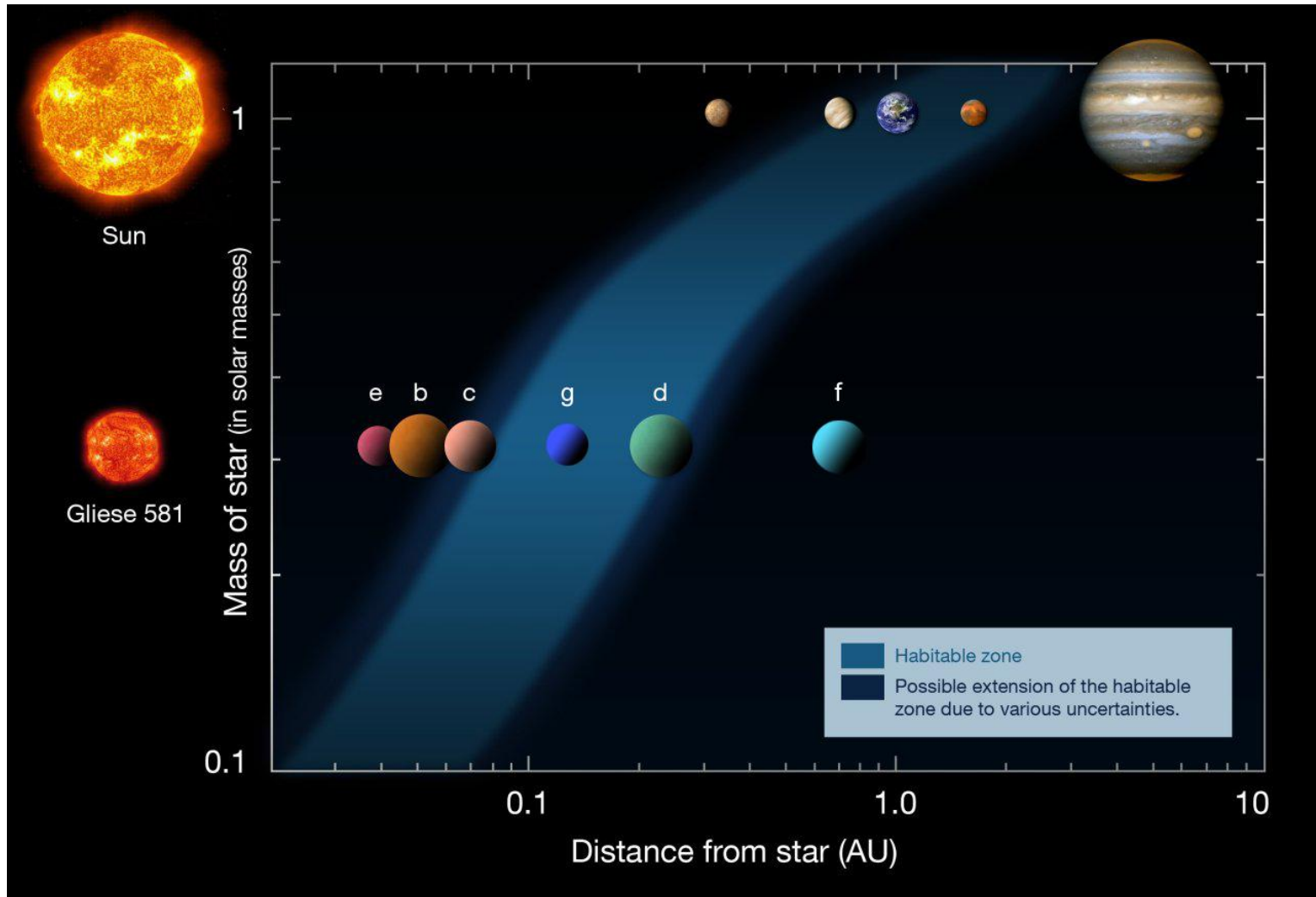
ESI

superfície
e interior



Zona habitável

(H₂O líquido na superfície)



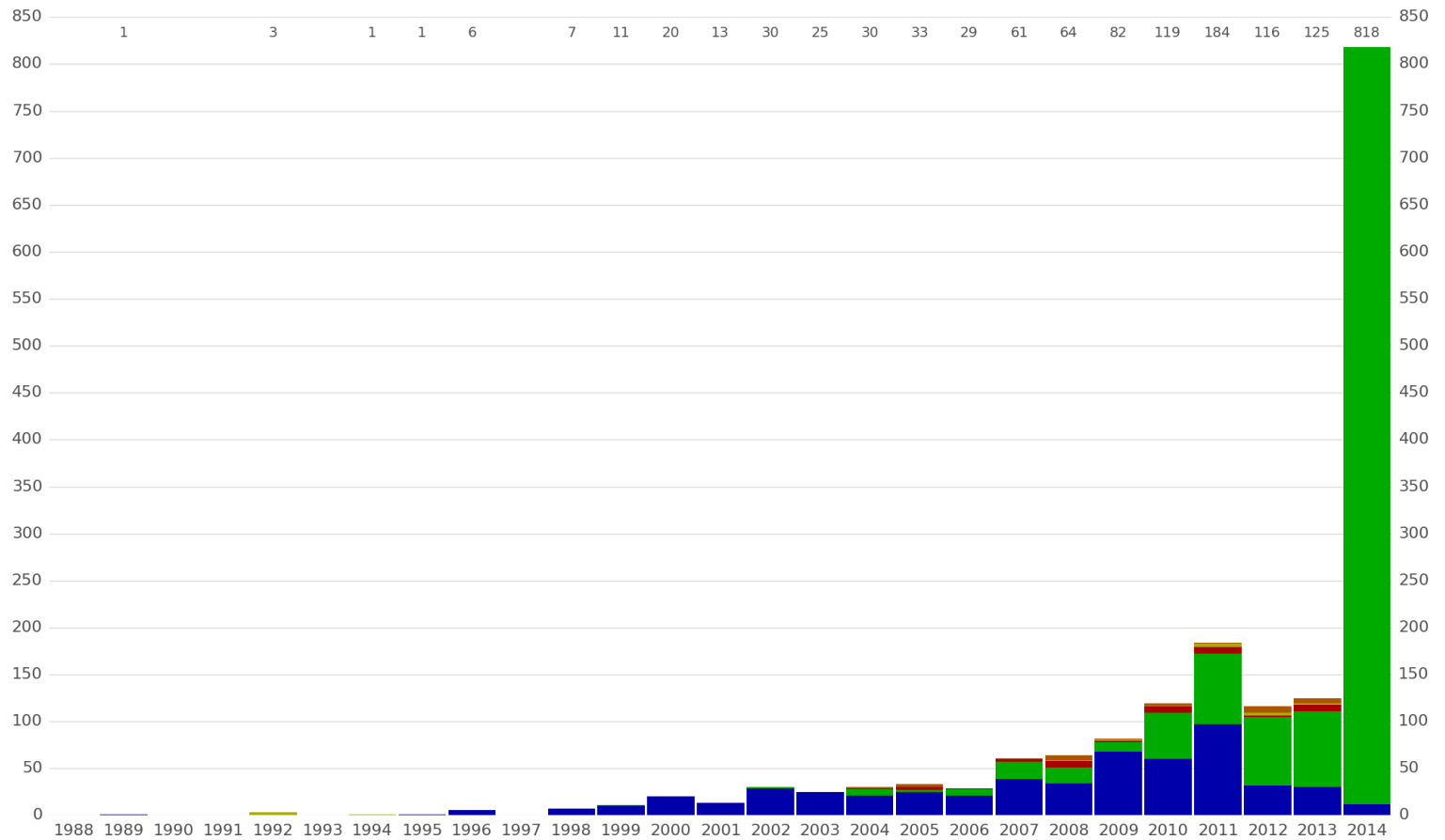
Exoplanetas semelhantes à Terra (ESI > 0.8)

Planeta	ESI	M/Mt	R/Rt	T	P orb		
Gliese 667Cc (2012)	0.85	4,39	1,76	277 °K	28 d		
Kepler-62e (2013)	0,83	3,57	1,61	270 °K	122 d		
Gliese 581 g (2010)	0,82	3,1-4,3	1,1-1,7	234 °K- 261°K	37d		
Kepler-22b (2011)	0,81	7,92	2,35	295 °K	289 d		
Kepler 186f (18/04/2014)			1,1		130 d		

Algumas estatísticas

- Em 4/4/2014 havia 1780 exoplanetas confirmados.
- Eles estavam em 1103 sistemas.
- Destes, 460 eram sistemas múltiplos.
- Em março de 2014 a Missão Kepler havia identificado mais de 2900 candidatos a exoplanetas.

Descobertas de exoplanetas por ano



Exoplanetas por tipo espectral da estrela central

