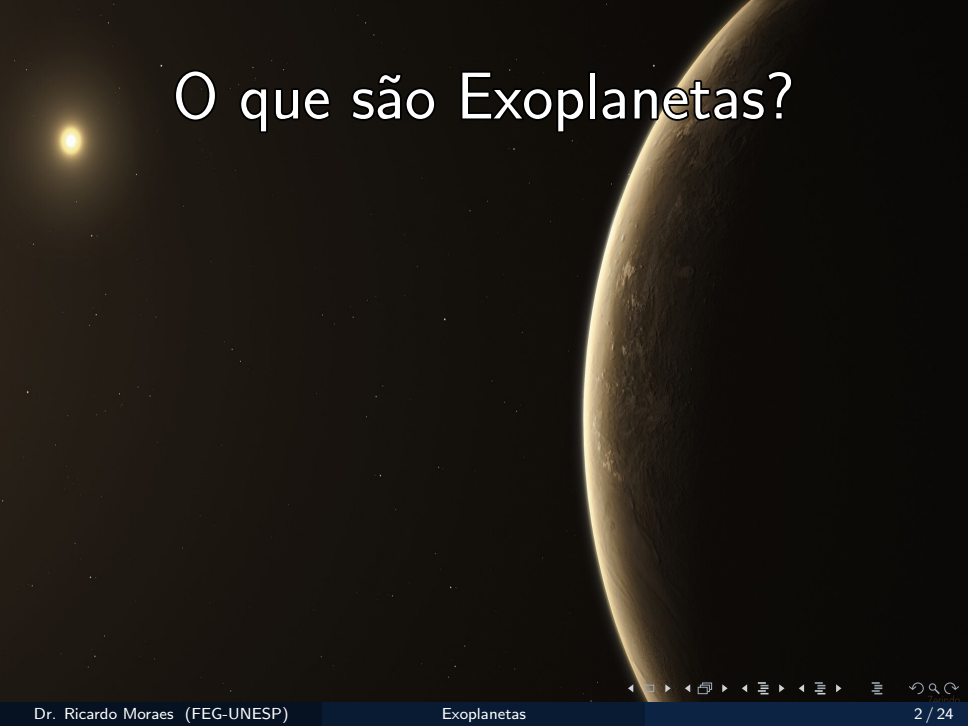


Exoplanetas

Dr. Ricardo Moraes

FEG - UNESP

O que são Exoplanetas?



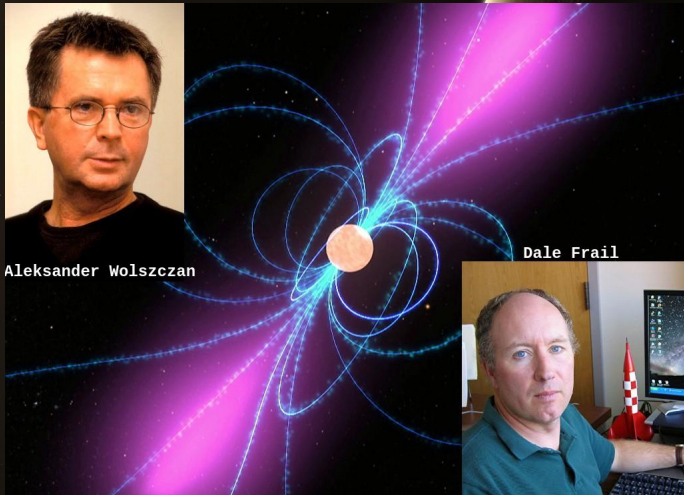
O que são Exoplanetas?



Representação Artística do sistema Kepler-11. Créditos: NASA/Tim Pyle.

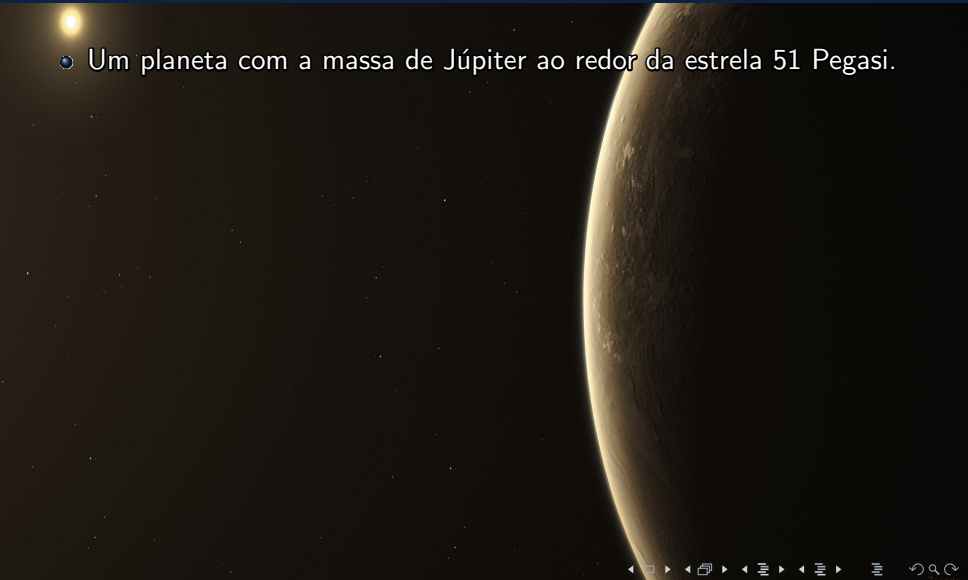
Primeiros Exoplanetas Detectados (Wolszczan & Frail 1992)

- Detectados em 1992 ao redor do pulsar PSR B1257+12.



Primeiro Exoplaneta ao Redor de Uma Estrela do Tipo do Sol (Mayor & Queloz 1995)

- Um planeta com a massa de Júpiter ao redor da estrela 51 Pegasi.



Primeiro Exoplaneta ao Redor de Uma Estrela do Tipo do Sol (Mayor & Queloz 1995)

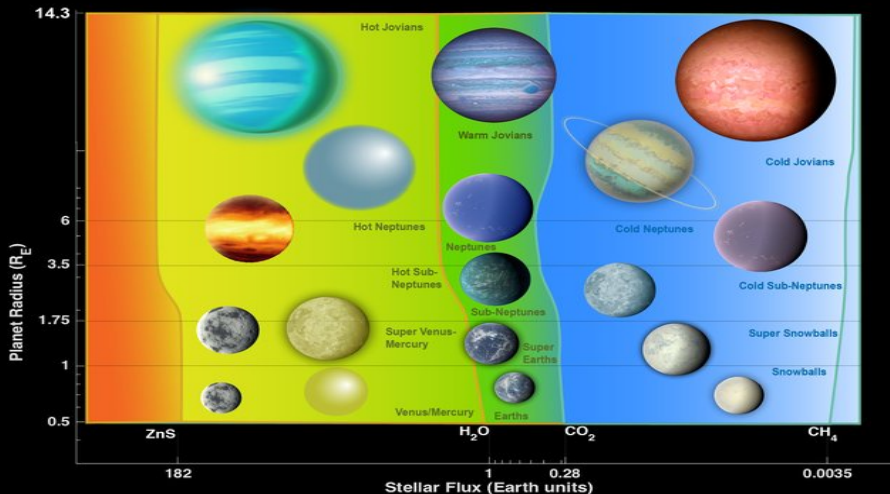
- Um planeta com a massa de Júpiter ao redor da estrela 51 Pegasi.
- Mayor e Queloz foram laureados com o Nobel de Física em 2019.



- 3216 sistemas planetários
- 4341 exoplanetas confirmados
- 5745 candidatos à exoplanetas

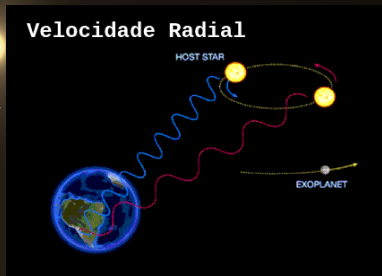
Fonte: <https://exoplanets.nasa.gov/discovery/exoplanet-catalog/>

Classificação dos Exoplanetas



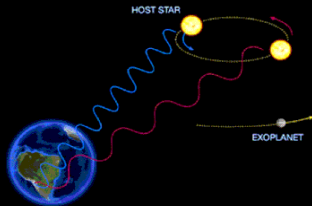
Fonte: Kopparapu, Wolf & Meadows (2019).

Métodos de Detecção

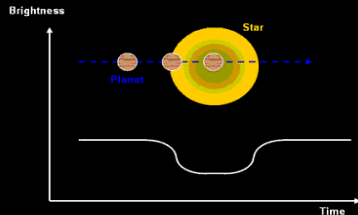


Métodos de Detecção

Velocidade Radial

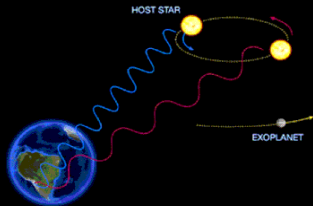


Trânsito Planetário

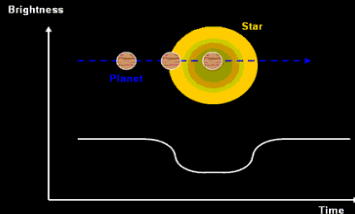


Métodos de Detecção

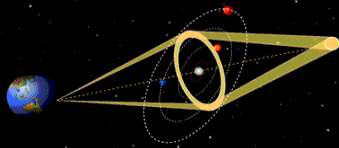
Velocidade Radial



Trânsito Planetário

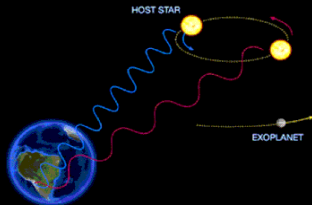


Microlensing

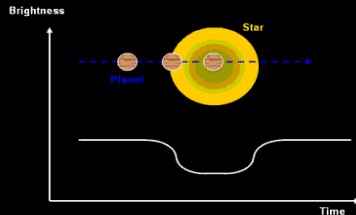


Métodos de Detecção

Velocidade Radial



Trânsito Planetário



Microlensing

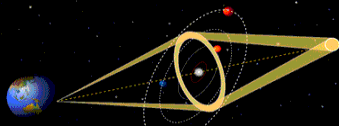
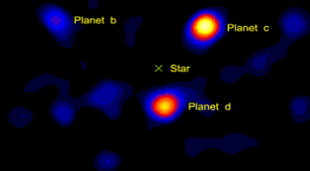
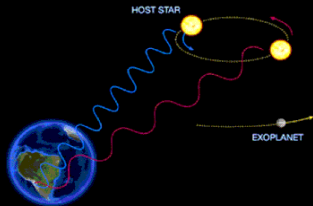


Imagem Direta

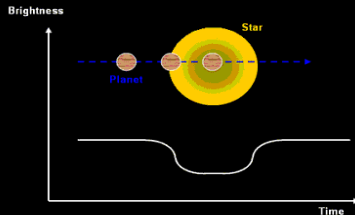


Métodos de Detecção

Velocidade Radial



Trânsito Planetário



Microlensing

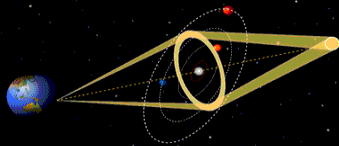
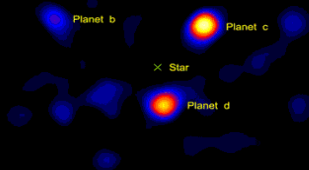


Imagem Direta

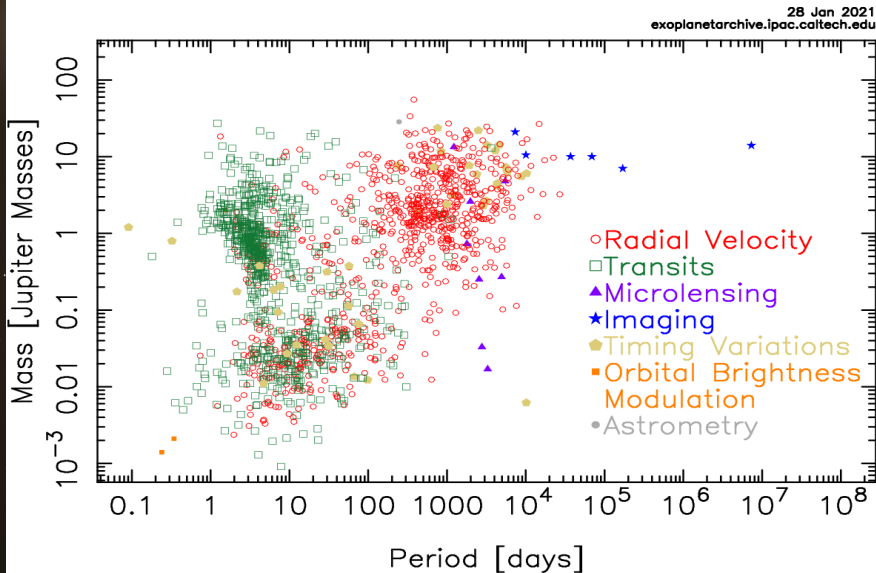


Fonte: <https://exoplanets.nasa.gov/alien-worlds/ways-to-find-a-planet/>

- Trânsito Planetário - 76.2%
- Velocidade Radial - 19.0%
- Microlensing - 2.4%
- Imagem Direta - 1.2%

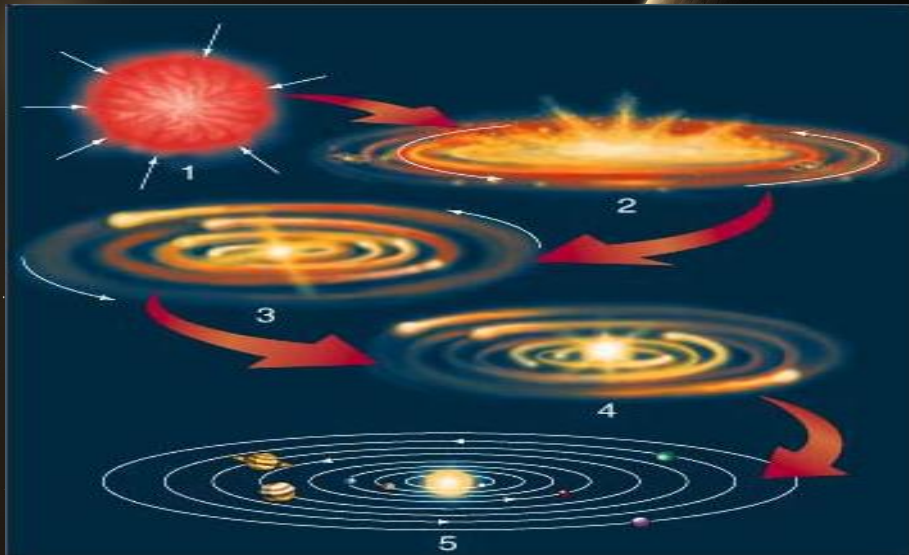
Fonte: <https://exoplanets.nasa.gov/discovery/discoveries-dashboard/>

Mass – Period Distribution

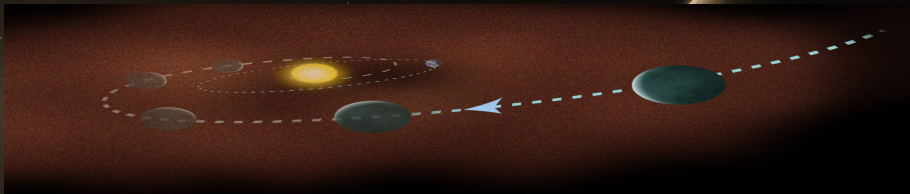


- Formação dos Exoplanetas
- Estabilidade
- Migração
- Ressonâncias

Formação Planetária - Safronov (1969)

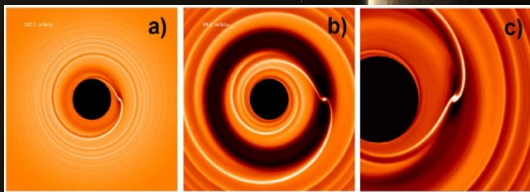


Fonte: <https://www.phy.olemiss.edu/~luca/astr/Topics-Solar/Formation-N.html>



Fonte: NASA/ESA/A. Feild, STScI.

MIGRAÇÃO



Fonte: Sutton 2015 e Masset & Papaloizou 2003.

- Um protoplaneta interage gravitacionalmente com o disco de gás

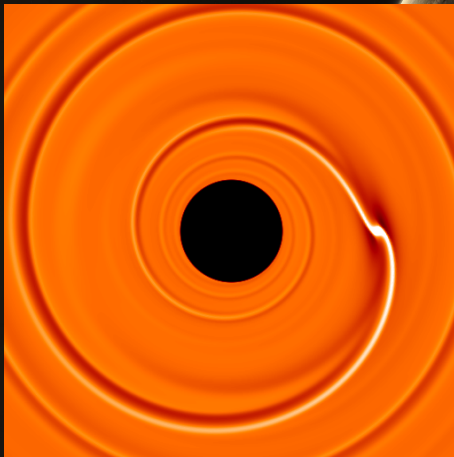
- Um protoplaneta interage gravitacionalmente com o disco de gás
- Em resposta, o gás exerce uma força gravitacional no planeta

- Um protoplaneta interage gravitacionalmente com o disco de gás
- Em resposta, o gás exerce uma força gravitacional no planeta
- Essa interação gravitacional produz um torque que altera o momento angular da órbita do planeta

- Um protoplaneta interage gravitacionalmente com o disco de gás
- Em resposta, o gás exerce uma força gravitacional no planeta
- Essa interação gravitacional produz um torque que altera o momento angular da órbita do planeta
- O planeta pode migrar em direção à estrela ou no sentido oposto

- Um protoplaneta interage gravitacionalmente com o disco de gás
- Em resposta, o gás exerce uma força gravitacional no planeta
- Essa interação gravitacional produz um torque que altera o momento angular da órbita do planeta
- O planeta pode migrar em direção à estrela ou no sentido oposto
- Migração do tipo I, II ou III

Braços Espirais



Fonte: <https://www.fis.unam.mx/~masset/moviesmpegs.html>.

Migração no Disco



Migração no Disco

- Migração Tipo I



Migração no Disco

- Migração Tipo I



- Migração Tipo II



Migração no Disco

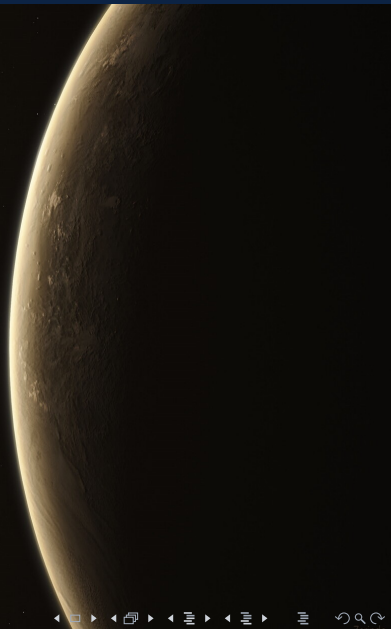
- Migração Tipo I



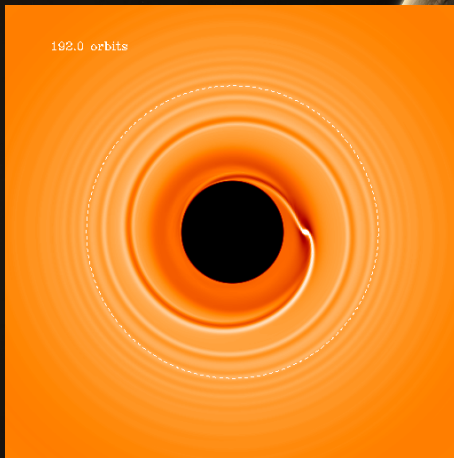
- Migração Tipo II



- Migração Tipo III

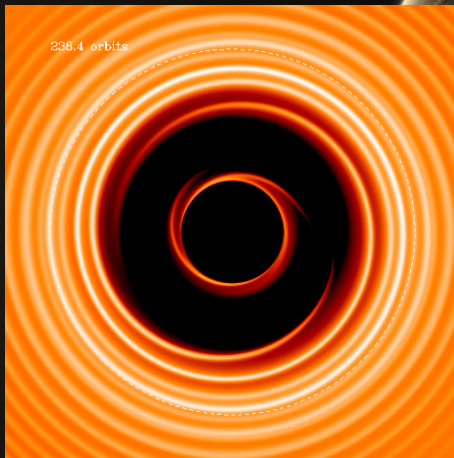


Migração do Tipo I



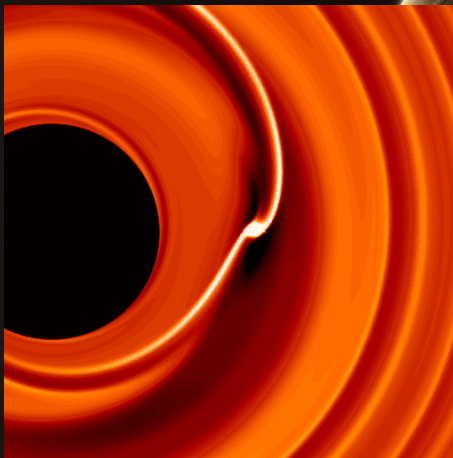
Fonte: <https://www.fis.unam.mx/~masset/moviesmpegs.html>.

Migração do Tipo II



Fonte: <https://www.fis.unam.mx/~masset/moviesmpegs.html>.

Migração do Tipo III



Fonte: <https://www.fis.unam.mx/~masset/moviesmpegs.html>.

Como Parar uma Migração?

- Cavidade no Disco

Como Parar uma Migração?

- Cavidade no Disco
- Maré estelar

Como Parar uma Migração?

- Cavidade no Disco
- Maré estelar
- Troca de Massa com a Estrela

Como Parar uma Migração?

- Cavidade no Disco
- Maré estelar
- Troca de Massa com a Estrela
- Fotoevaporação do Disco

Vida nos Exoplanetas?

O que se busca?



O que se busca?

- Planetas Rochosos

O que se busca?

- Planetas Rochosos
- Massas comparáveis com a da Terra

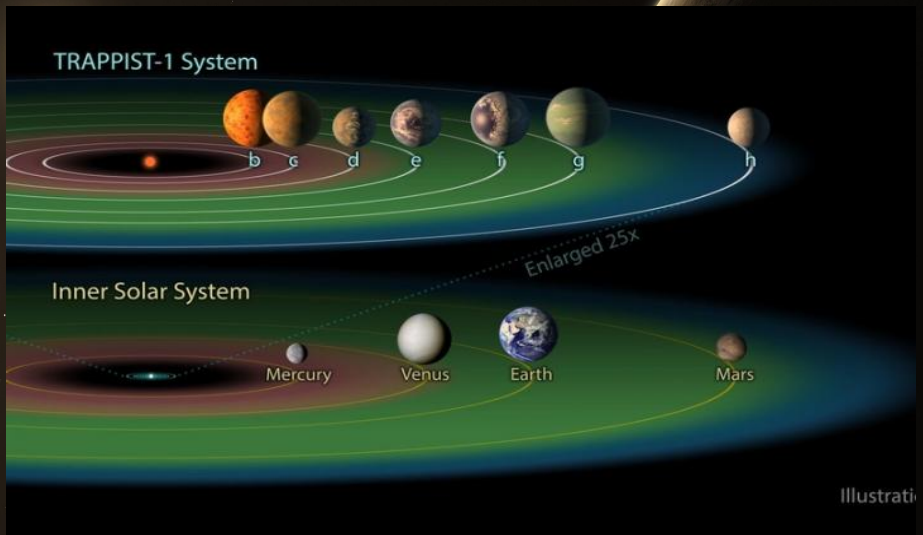
O que se busca?

- Planetas Rochosos
- Massas comparáveis com a da Terra
- Atmosfera

O que se busca?

- Planetas Rochosos
- Massas comparáveis com a da Terra
- Atmosfera
- Zona Habitável

TRAPPIST-1



Illustration

Fonte: NASA/JPL-Caltech

- Planetas ao redor de pulsares

Variedade de Sistemas Exoplanetários

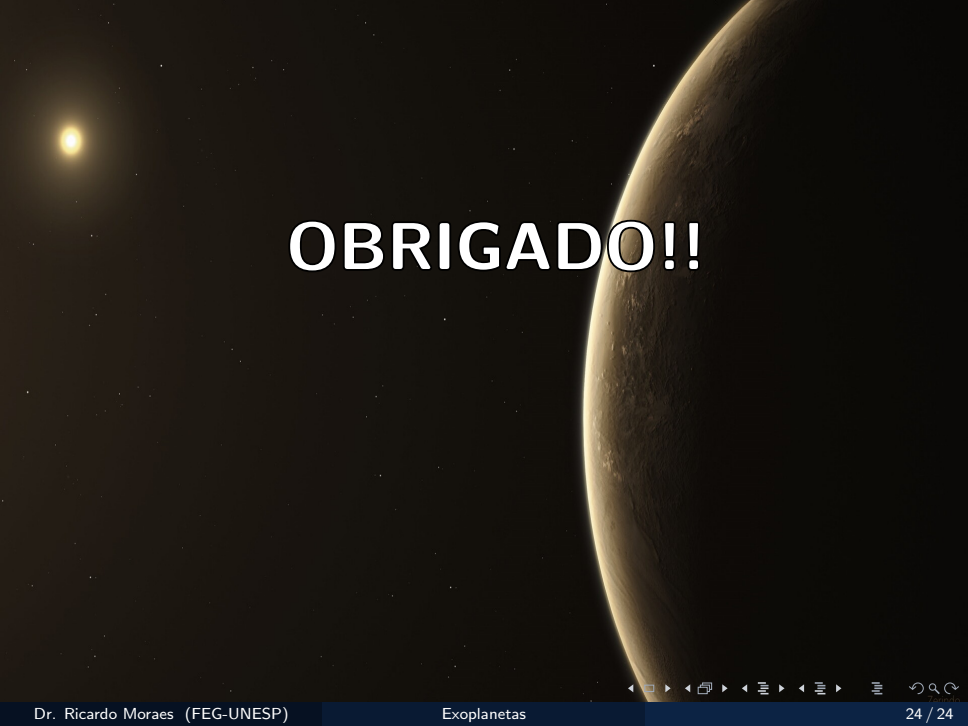
- Planetas ao redor de pulsares
- Planetas em sistemas múltiplos

Variedade de Sistemas Exoplanetários

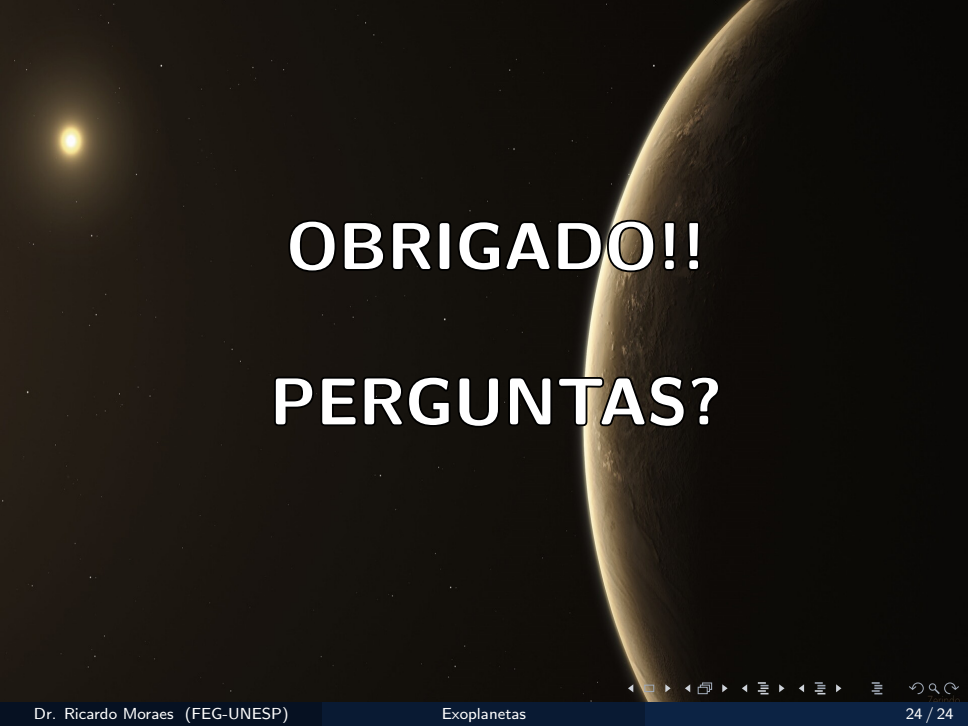
- Planetas ao redor de pulsares
- Planetas em sistemas múltiplos
- Planetas em órbitas circumbinárias

Variedade de Sistemas Exoplanetários

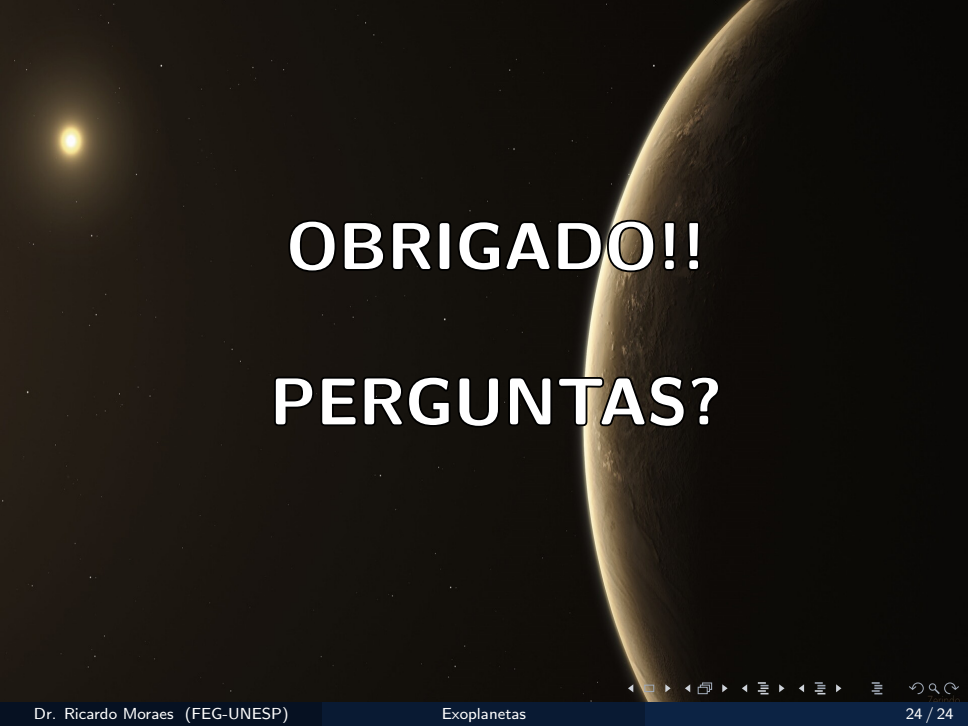
- Planetas ao redor de pulsares
- Planetas em sistemas múltiplos
- Planetas em órbitas circumbinárias
- Exomoons

A space-themed background featuring a large, curved horizon of a planet on the right side, illuminated from the left. In the upper left corner, there is a bright, glowing star or distant planet. The rest of the background is a dark, star-filled space.

OBRIGADO!!

The background of the slide is a deep space scene. On the right side, a large, curved horizon of a planet is visible, showing a reddish-brown surface with some darker patches. In the upper left corner, a bright, glowing yellow star or sun is visible against the blackness of space, which is filled with numerous small, distant stars.

OBRIGADO!!
PERGUNTAS?

A space-themed background featuring a large, curved horizon of a planet on the right side, illuminated from the left. In the upper left, a bright yellow star or sun is visible against a dark, star-speckled sky.

OBRIGADO!!
PERGUNTAS?