

# Satélites Externos dos Planetas Gigantes

Dr. Altair Ramos Gomes Júnior

Grupo de Dinâmica Orbital e Planetologia  
Universidade Estadual Paulista

*altair.gomes@unesp.br*

22 de Fevereiro

# Definição

## Satélites Irregulares

- Distante do planeta.
- Período orbital entre 9 meses e 25 anos.
- Órbitas excêntricas.
- Órbitas inclinadas.
- Órbitas retrógradas (maioria).
- Órbita precessa principalmente devido a perturbações do Sol.

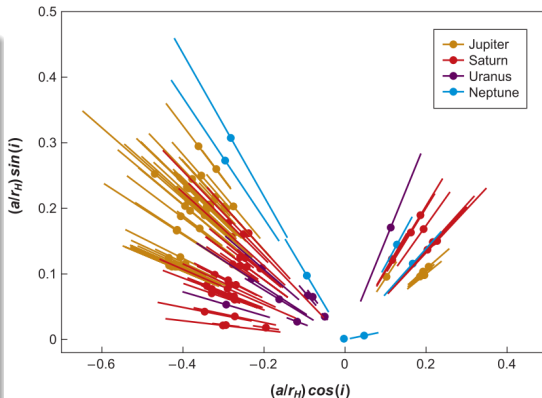


Figure: Órbitas dos satélites irregulares. (Jewitt, 2007)

# Descoberta

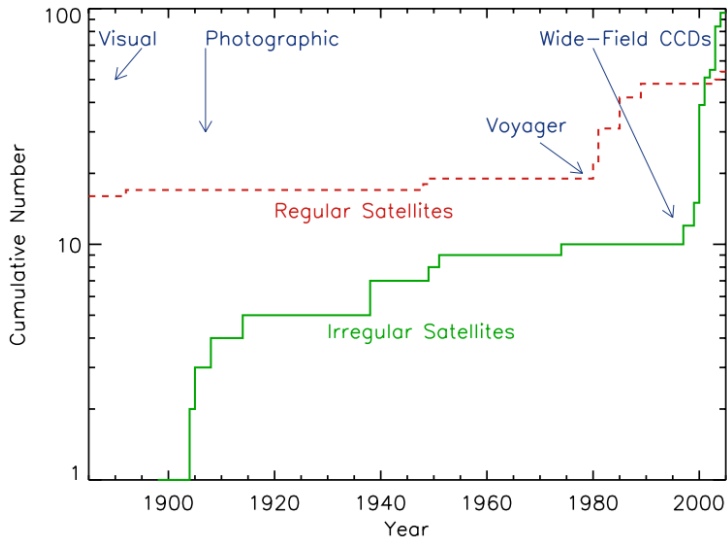


Figure: Número de satélites descobertos. (Sheppard, 2006)

# Satélites conhecidos

| Planeta  | Sat. Regulares | Sat. Irregulares | Total |
|----------|----------------|------------------|-------|
| Mercúrio | 0              | 0                | 0     |
| Venus    | 0              | 0                | 0     |
| Terra    | 1              | 0                | 1     |
| Marte    | 2              | 0                | 2     |
| Júpiter  | 9              | 70               | 79    |
| Saturno  | 24             | 58               | 82    |
| Urano    | 18             | 9                | 27    |
| Netuno   | 7              | 7                | 14    |
| total    | 61             | 144              | 205   |

Table: Fonte: <https://sites.google.com/carnegiescience.edu/sheppard/moons>  
(22/02/2021)

# Famílias de Satélites

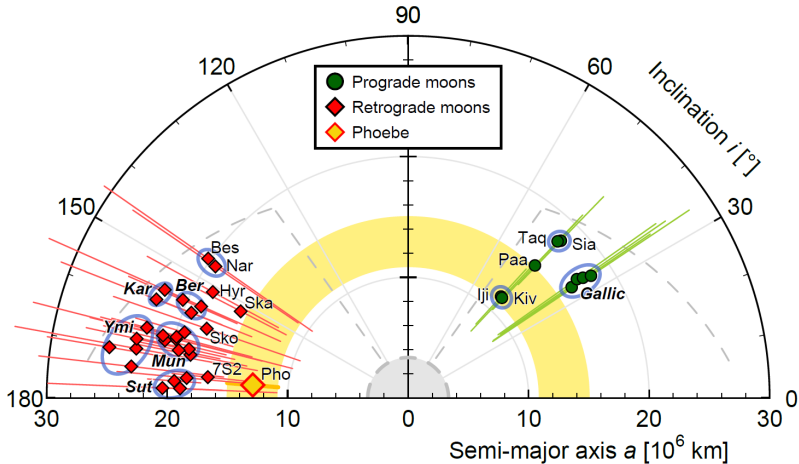


Figure: Distribuição orbital dos satélites de Saturno.  
(<https://tilmanndenken.de/outersaturnianmoons/>)

# Captura de Satélites Irregulares

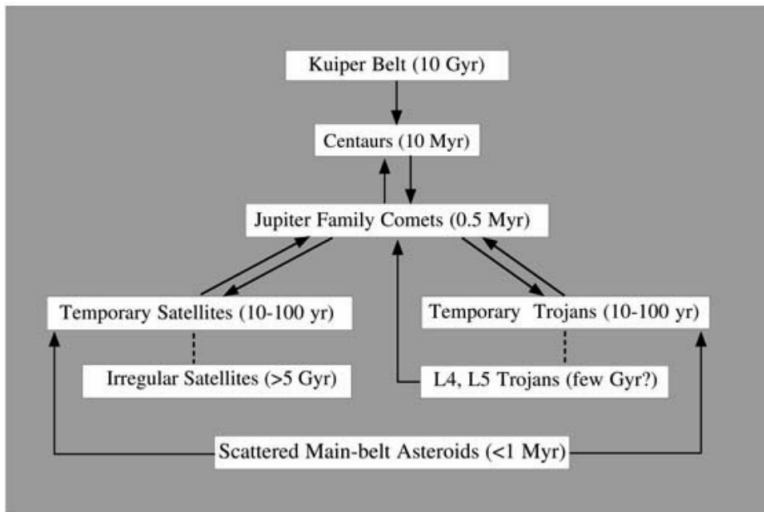


Figure: Interrelação entre as populações de pequenos corpos. As setas indicam caminhos dinâmicos conhecidos. (Sheppard, 2006)

# Captura de Satélites Irregulares: Arrasto Gasoso

## Arrasto Gasoso

- Diminuição da velocidade orbital devido ao gás ao redor do planeta.



# Captura de Satélites Irregulares: Arrasto Gasoso

## Arrasto Gasoso

- Diminuição da velocidade orbital devido ao gás ao redor do planeta.



- O gás deveria se dissipar rapidamente pro satélite não espiralar em direção ao planeta.
- Alternativamente, o satélite poderia ser capturado em uma ressonância para parar a evolução orbital.
- Pouco provável para Urano e Netuno.

# Captura de Satélites Irregulares: Colisão



- Independe da massa ou cenário de formação.
- Também explica a origem das famílias de satélites.
- Raro em circunstâncias atuais.

# Captura de Satélites Irregulares: Interação de N-corpos

- Troca de energia através da passagem próxima entre dois corpos dentro da esfera de Hill do planeta.
- Captura de um membro de um sistema binário.
- A época favorável é a do Late Heavy Bombardment, como definido pelo modelo de Nice.

# Os satélites irregulares de Júpiter

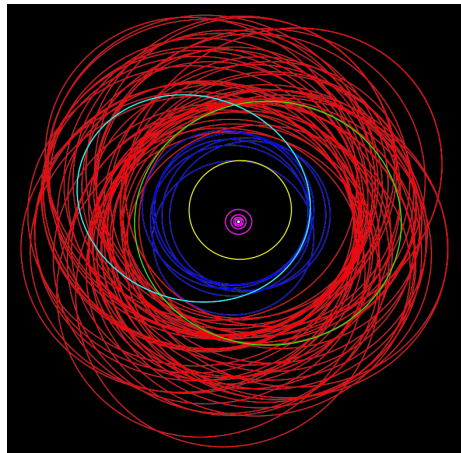
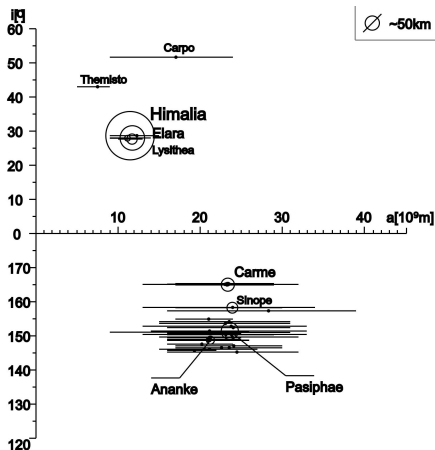


Figure: Satélites de Júpiter

(<https://sites.google.com/carnegiescience.edu/sheppard moons>)

# Os satélites irregulares de Júpiter

- Nomes da mitologia grega ou romana, amantes de Júpiter ou Zeus.
- O maior satélite é Himalia, com  $\sim 150$  km de diâmetro.
- A família Himalia tem cor cinza semelhante a asteroides tipo C.
- Pasiphae tem cor cinza enquanto os outros objetos da família são mais avermelhados. Ananke tem uma cor avermelhada enquanto os outros objetos da família são cinzas.
- A família Carme é mais avermelhada, semelhante a Centauros e TNOs.

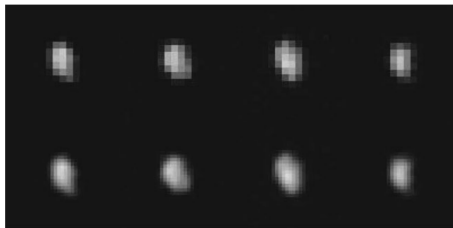


Figure: Observações de Himalia obtidas pela sonda Cassini.

# Os satélites irregulares de Saturno

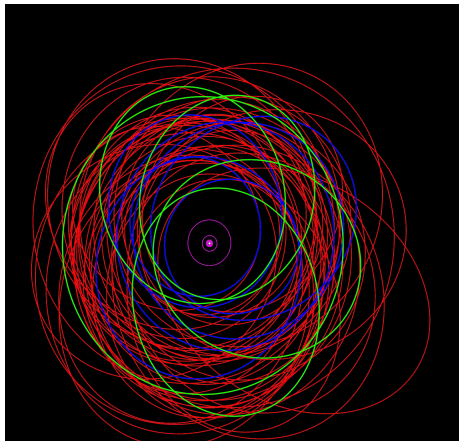
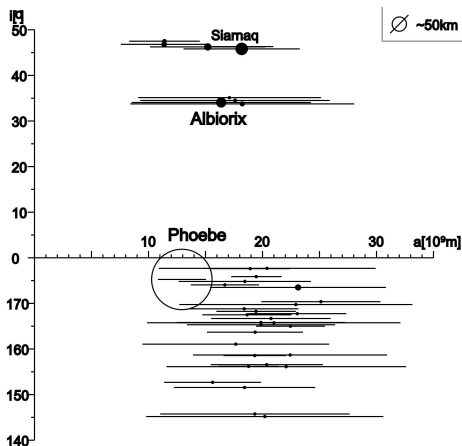


Figure: Satélites de Júpiter

(<https://sites.google.com/carnegiescience.edu/sheppard/moons>)

# Os satélites irregulares de Saturno

- Nomes de gigantes da mitologia Gálica, Inuit ou Nórdica, exceto Phoebe.
- O maior satélite de Saturno é Phoebe.
- As famílias prógradas são mais avermelhadas.
- A probabilidade de colisão de Phoebe com outro satélite irregular de Saturno é muito alto ao longo da idade do Sistema Solar.

# Phoebe

## Cassini

- Observado pela Cassini em 2004.
- Distância mínima de 2071 km.
- Raio médio de 106.6 km.
- Cratera Jason, ~100 km.
- Superfície escura.
- Pequenas regiões mais claras.

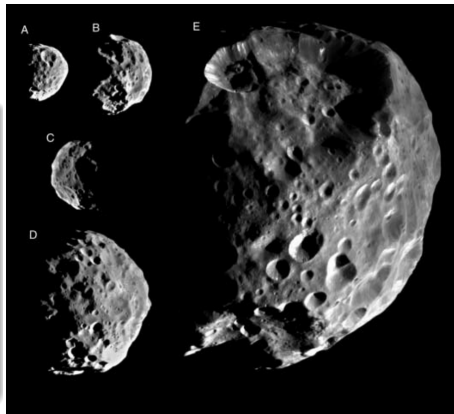


Figure: Phoebe (Porco et al., 2005)

## Relação de Phoebe com Iapetus

## Cassini

- Banda de absorção em  $2.5\mu m$  identificada pela primeira vez em Phoebe pela Cassini, e depois no lado escuro de Iapetus.

## Anel de Phoebe

- Descoberto por Verbiscer et al. (2009) pelo Spitzer.
- Se estende de  $128R_S$  até  $207R_S$ .
- Provavelmente originado de colisões com Phoebe.

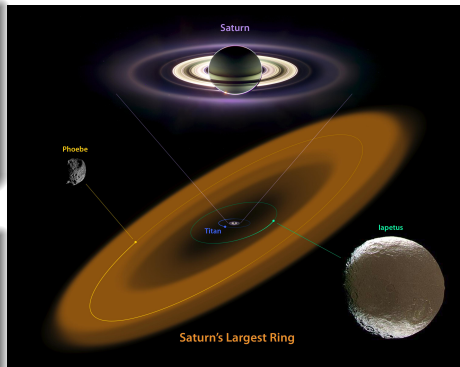


Figure: Anel de Phoebe (nasa.gov)

# Os satélites irregulares de Urano e Netuno

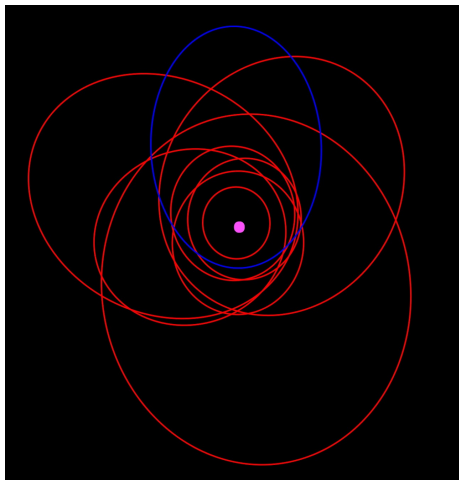


Figure: Satélites de Urano

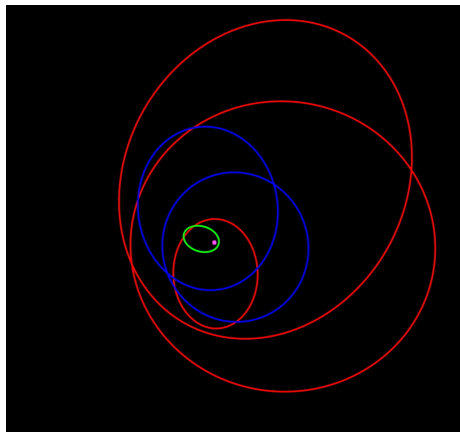


Figure: Satélites de Netuno

(<https://sites.google.com/carnegiescience.edu/sheppard/moons>)

# Os satélites irregulares de Urano e Netuno

## Urano

- Nomes de personagens Shakespearianos.
- O maior satélite é Sycorax com  $\sim 150$  km de diâmetro.

## Netuno

- Nomes das 50 Nereidas da mitologia grega.
- O maior satélite (não contando Tritão) é Nereida com  $\sim 320$  km.
- Nereida é o satélite com maior excentricidade,  $e = 0.75$ .

# Tritão e Nereida

- Goldreich et al. (1989) propuseram que Tritão foi capturado de uma órbita heliocêntrica por uma colisão com um satélite pré-existente.
- Agnor and Hamilton (2006) sugeriram que Tritão era um membro de um sistema binário que se separou durante uma passagem próxima a Netuno.
- Satélites pré-existentes externos a Tritão seriam perturbados por Tritão (mais massivo) e colidiriam ou seriam espalhados.
- Goldreich et al. (1989) sugeriram que Nereida era um satélite regular de Netuno que foi espalhado para uma órbita irregular por causa da captura de Tritão.
- Tritão e Nereida foram observados pela Voyager em 1989

# Conclusão

- A origem dos satélites irregulares está intimamente ligada com a origem e evolução do Sistema Solar.

# Obrigado