

Transporte de poeira entre os satélites de Saturno

Vanessa Moura¹, Rafael Sfair^{1,2} & Patricia Buzzatto^{1,2}

¹UNESP - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

²Tübingen University

vanessa.moura@unesp.br



EBERHARD KARLS
UNIVERSITÄT
TÜBINGEN



Objetivo

- Estudar o transporte e destino de partículas ejetadas de Iapetus e Phoebe sob a influência das forças de achatamento planetário, eletromagnética, radiação solar e arrasto de plasma.

Introdução

Saturno é o sexto planeta do Sistema Solar, o segundo maior e o mais achatado desse sistema. O planeta possui um sistema complexo de anéis.

Atualmente são conhecidos 82 satélites orbitando ao redor do planeta e a colisão de projéteis interplanetários com esses corpos tem como resultado a ejeção de partículas de poeira. A partir do momento em que as partículas são ejetadas dos corpos elas sofrem a influência de forças perturbadoras que afetam suas órbitas, dentre elas temos a força do achatamento planetário, eletromagnética, radiação solar e arrasto de plasma.

Metodologia

- Realizamos simulações numéricas com o integrador IAS15 do pacote REBOUND (Rein & Spiegel, 2015).
- O programa inclui Saturno, 76 satélites e 500 partículas.
- Analisamos os casos de partículas de $1\mu\text{m}$ e $10\mu\text{m}$ ejetadas de Iapetus e partículas de $1\mu\text{m}$ ejetadas de Phoebe com uma velocidade de $1.5 \times$ velocidade de escape do satélite.
- Levamos em conta a influência das forças de achatamento planetário (incluindo os coeficientes J_2 , J_4 e J_6), eletromagnética, radiação solar (SIQUEIRA, 2019) e arrasto de plasma.
- Computamos as colisões das partículas com os satélites e com Saturno por um tempo de 1000 anos.

Resultados e discussões

- Partículas lançadas de Iapetus com raio de $1\mu\text{m}$:

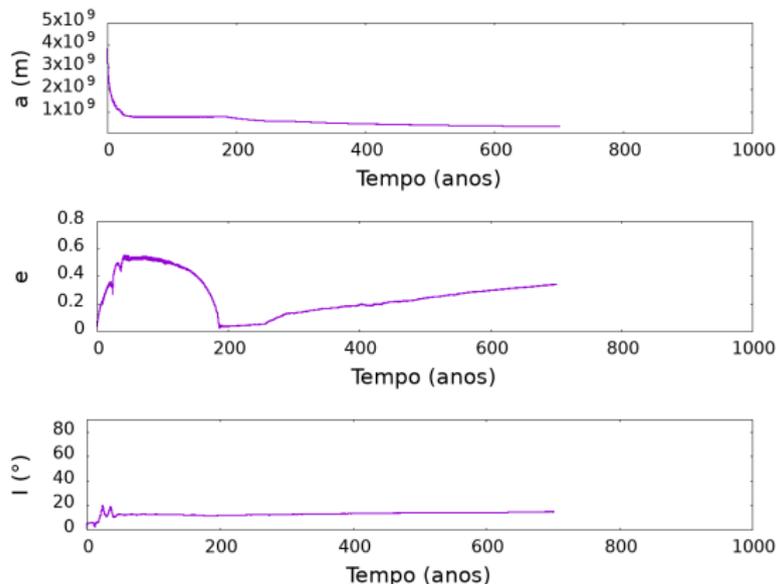


Figura: Gráfico da variação dos elementos orbitais (a , e , I) de uma partícula de poeira de $1\mu\text{m}$ ejetada de Iapetus por um tempo de 1000 anos. Esses gráficos correspondem a última partícula, que colidiu com Thetys após ≈ 700 anos.

Resultados e discussões

- Partículas lançadas de Iapetus com raio de $10\mu\text{m}$:

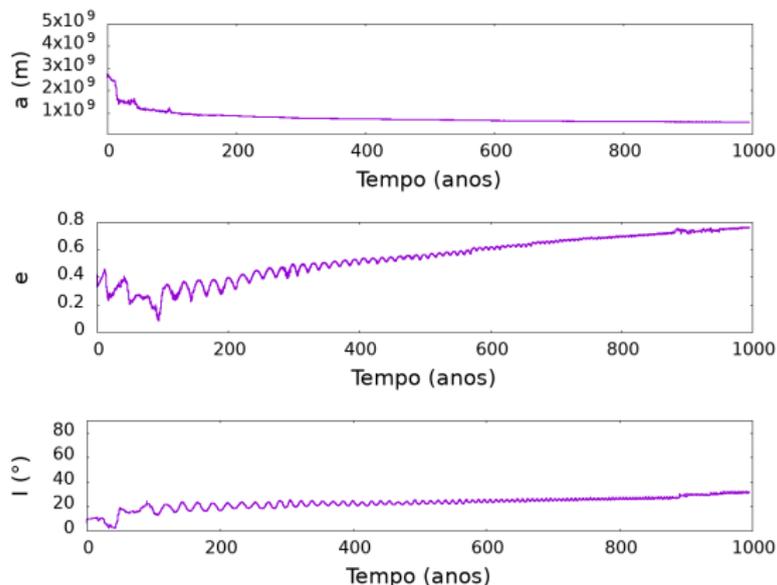


Figura: Gráfico da variação dos elementos orbitais (a , e , I) de uma partícula de poeira de $10\mu\text{m}$ ejetada de Iapetus por um tempo de 1000 anos. Esses gráficos correspondem a última partícula, que colidiu com Rhea após ≈ 995 anos.

Resultados e discussões

- Partículas lançadas de Phoebe com raio de $1\mu\text{m}$:

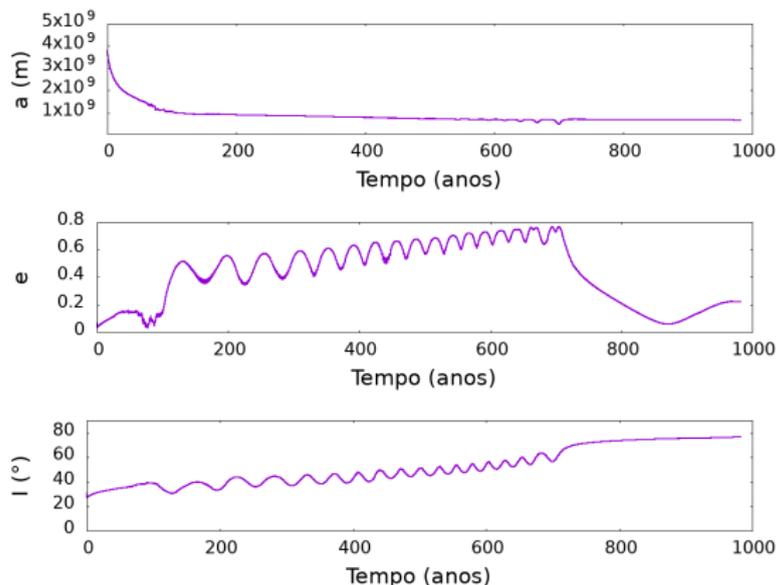


Figura: Gráfico da variação dos elementos orbitais (a , e , I) de uma partícula de poeira de $1\mu\text{m}$ ejetada de Phoebe por um tempo de 1000 anos. Esses gráficos correspondem a última partícula, que colidiu com Rhea após ≈ 983 anos.

- No primeiro caso (partículas com raio de $1\mu\text{m}$ ejetadas de Iapetus), foram detectadas 247 colisões com os satélites (Enceladus, Tethys, Dione, Rhea, Titan, Janus and Telesto) e com Saturno (94% das colisões). As partículas sobreviveram por ≈ 700 anos.
- No segundo caso (partículas com raio de $10\mu\text{m}$ ejetadas de Iapetus), ocorreram 270 colisões com os satélites (Enceladus, Tethys, Dione, Rhea e Titan) e com Saturno (91% das colisões). As partículas sobreviveram por ≈ 995 anos.
- No terceiro caso (partículas com raio de $1\mu\text{m}$ ejetadas de Phoebe), foram detectadas 290 colisões com os satélites (Tethys, Dione, Rhea e Titan) e com Saturno (90% das colisões). As partículas sobreviveram por ≈ 983 anos.

Resultados e discussões

- Estudo estatístico das colisões entre as partículas lançadas de Iapetus com os satélites e com Saturno.

$r_g (\mu\text{m})$	Partículas restantes	Colisões com					
		Saturno	Enceladus	Tethys	Dione	Rhea	Titan
0.5	0	98%	0	0.37%	0	0	1.12%
1	0	94%	0.41%	1.62%	0.41%	0.41%	1.62%
5	3.4%	92%	0	1.87%	1.50%	0.75%	3.37%
10	6.6%	88%	0.74%	0.74%	0.74%	2.59%	7.04%

Tabela: Transporte de poeira entre os satélites de Saturno de partículas ejetadas de Iapetus após 1000 anos.

Considerações finais

- O intuito deste trabalho foi analisar o transporte das partículas de poeira ejetada por satélites de diferentes famílias de Saturno.
- Desenvolvemos e testamos um código que analisa o comportamento de partículas ejetadas de um satélite sob a influência das forças perturbativas.
- Vimos que as forças perturbadoras afetam as órbitas das partículas, ocasionando uma grande variação em seus elementos orbitais. A ação que as forças causam nas partículas faz com que partículas ejetadas em regiões mais distantes sejam transportadas para mais próximo do planeta, ocasionando possíveis colisões com os satélites e com o próprio planeta.
- Com isso, observamos que existe um grande fluxo de partículas micrométricas presentes em regiões distintas de onde foram geradas.