

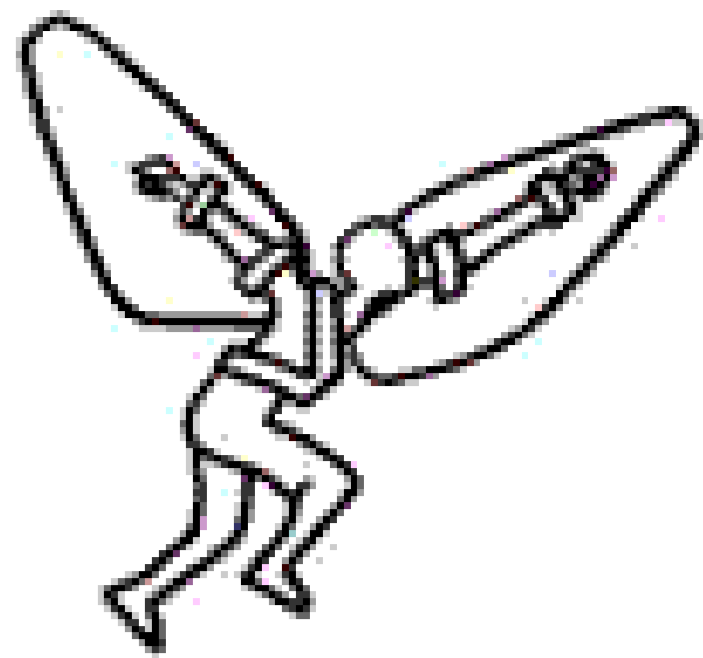


Universidade Federal do ABC

Transferências Terra-Lua por propulsão contínua e captura gravitacional

Natasha C. Makiyama, Cristiano F. de Melo, Cláudia C. Celeste

Centro de Engenharia Simulações de Ciências Sociais Aplicadas – CECS, Universidade Federal do ABC
natasha.charleaux@aluno.ufabc.edu.br, cristiano.fiorilo@ufabc.edu.br, claudia.celeste@ufabc.edu.br



Engenharia Aeroespacial
UFABC

Resumo

Neste trabalho, investigamos transferências orbitais entre a Terra e a Lua, explorando características do fenômeno de captura gravitacional e uso de impulso contínuo.

Introdução e Metodologia

- ▶ As transferências entre a Terra e a Lua são, inicialmente, obtidas a partir de trajetória espirais geradas por motores de propulsão contínua.
- ▶ As espaçonaves partem de órbitas terrestres de estacionamento de baixas altitudes (LEOs) e seguem em trajetórias espirais até uma órbita de captura pela Lua. Uma vez feita a aquisição destas trajetórias de captura, as espaçonaves seguem até órbitas lunares também de baixas altitudes sem uso de motores.
- ▶ As órbita de captura pela Lua são previstas pelo Problema Restrito de Três Corpos (PR3C) Terra-Lua-nave.
- ▶ Investigamos trajetórias de escape e captura pela Lua a partir da análise de órbitas quase-periódicas que oscilam em torno de órbitas periódicas ao redor da Lua das famílias H1 e H2 (Broucke, 1968).
- ▶ A captura ocorre através do ponto de equilíbrio Lagrangiano L1. Estes fenômenos são estudados considerando integrações para tempos negativos.
- ▶ As Figuras 1.a e 1.b mostram um exemplo de trajetórias de captura consideradas.

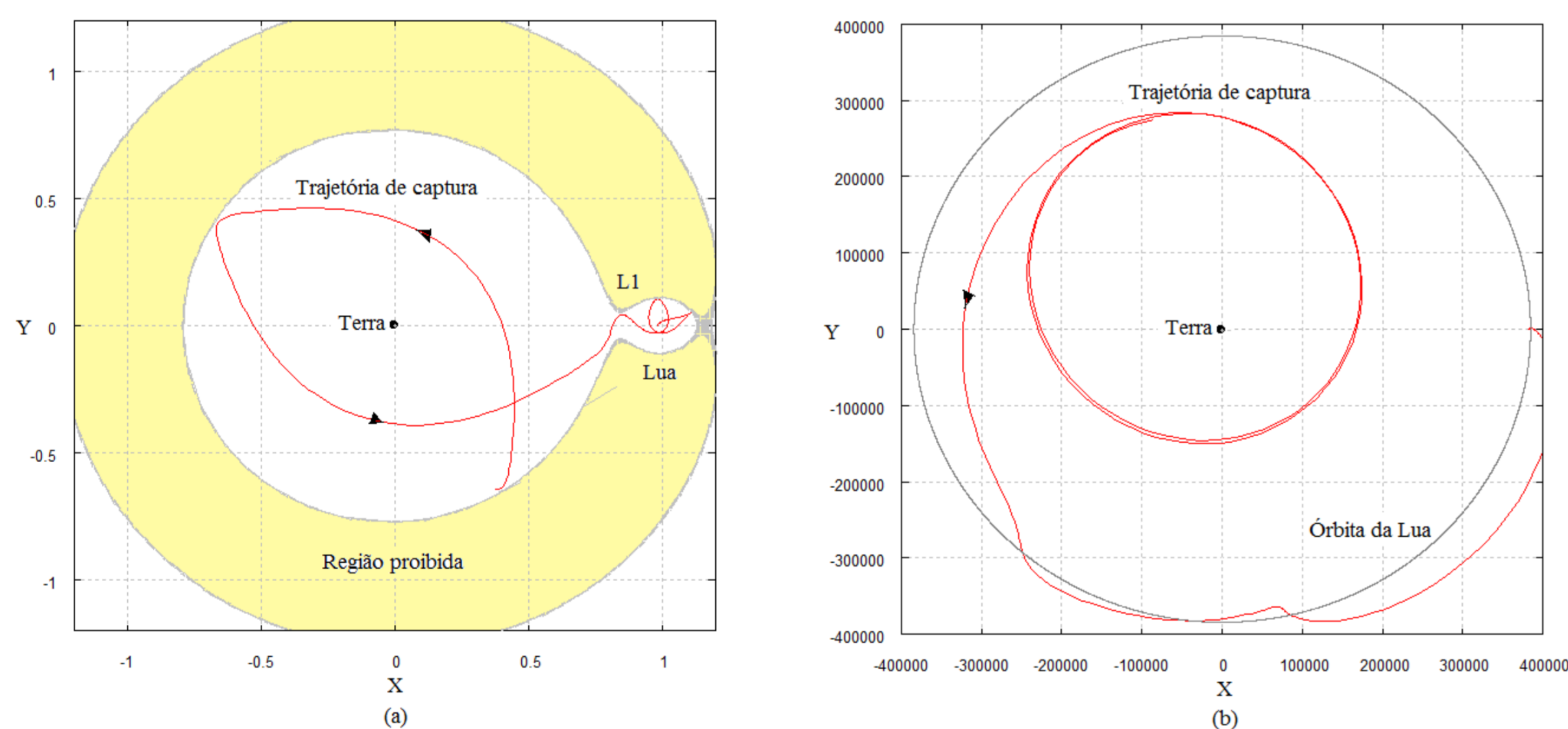


Figura 1. Trajetória de captura com periselenio de 100 km nos sistemas de coordenadas: (a) geocêntrico e (b) sinódico.

- ▶ As investigações iniciais consideraram uma espaçonave idêntica à SMART 1 (Figura 2):

- Empuxo Total: 1.1 MN/s
- Potência do motor: 1,190 W
- Aceleração: $2.0 \times 10^{-7} \text{ km/s}^2$
- Massa: 367 kg

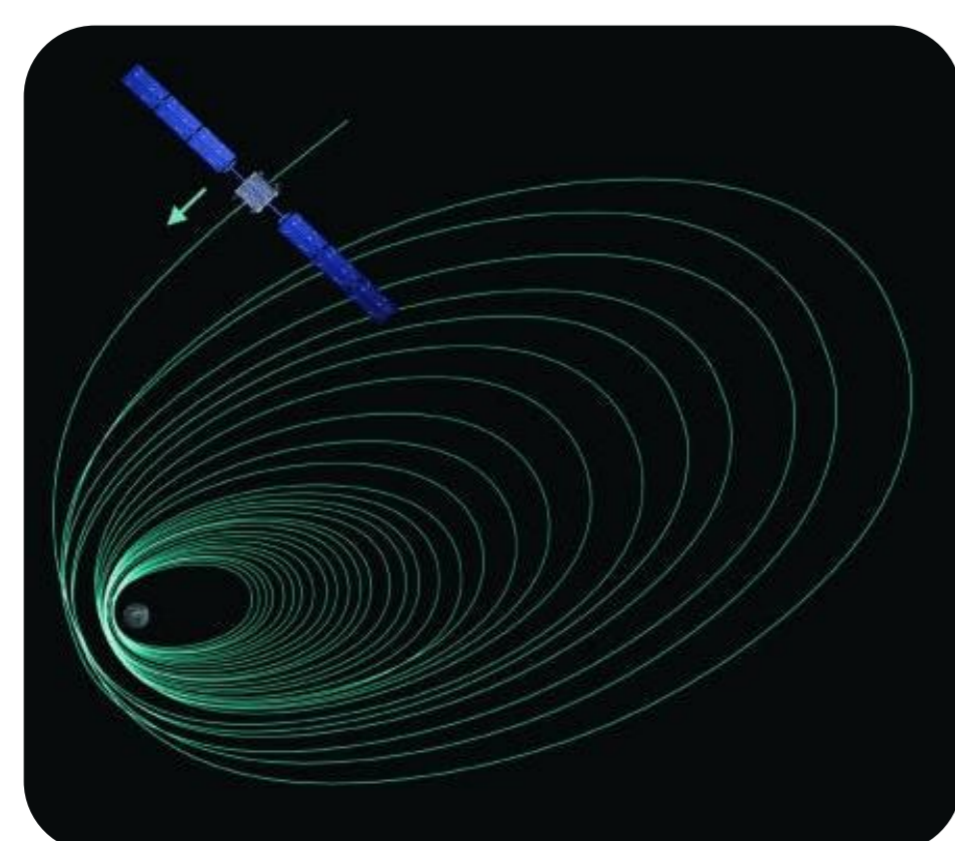


Figura 2. SMART 1

Este é um trabalho de iniciação Científica, iniciado em setembro de 2012, e financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq.

Resultados

- ▶ Análise inicial para a missão europeia SMART 1.
- ▶ Análise para uma nave similar à SMART 1, mas com maior potência e aceleração:
 - Potência do motor: 3,549 W
 - Aceleração: $6.4 \times 10^{-6} \text{ km/s}^2$
 - Massa: 367 kg

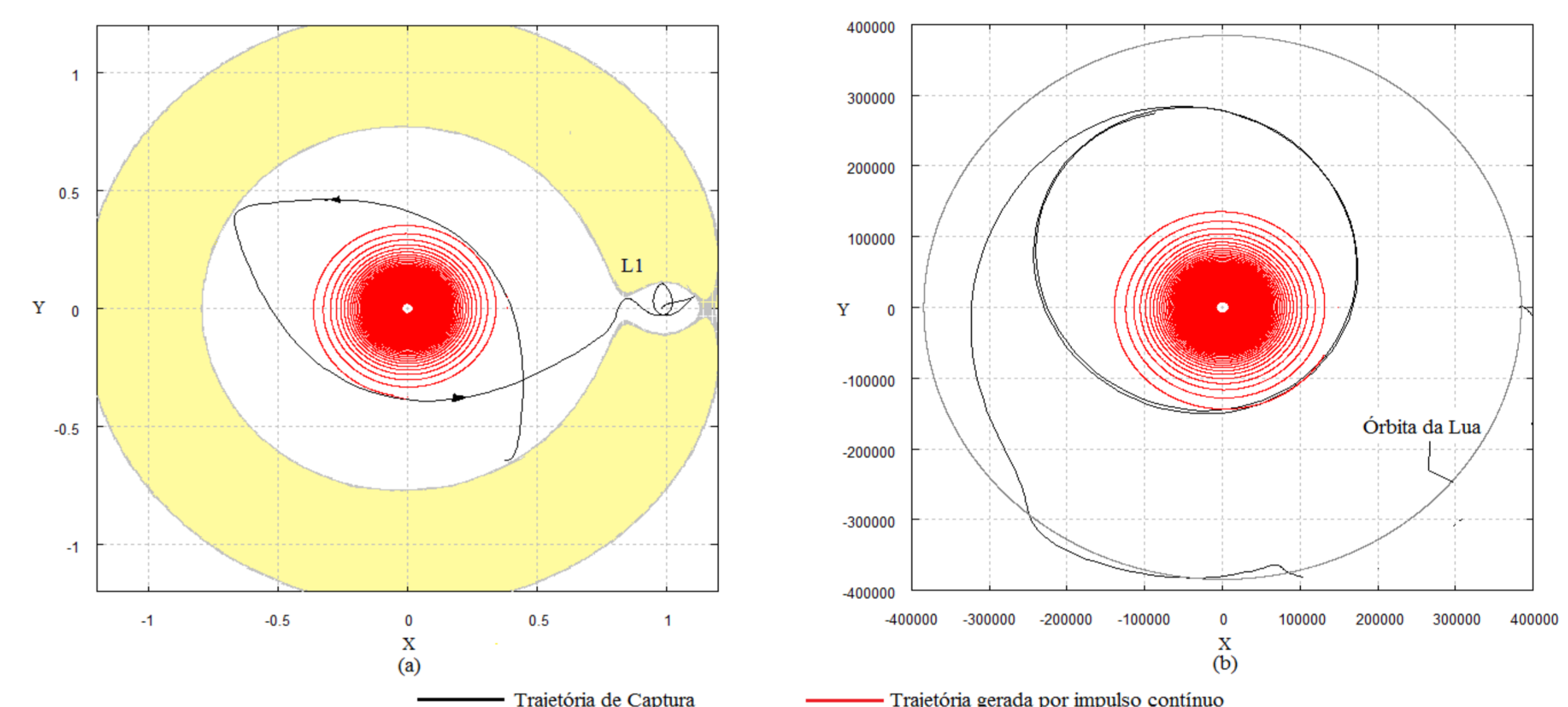


Figura 3. Trajetória gerada por propulsão contínua obtida para nave semelhante a SMART 1 com aceleração de $6.4 \times 10^{-7} \text{ km/s}^2$ nos sistemas de coordenadas: (a) geocêntrico e (b) sinódico.

Dados da missão com mesma aceleração da SMART 1				
Tempo total de transferência (dias)	ΔV (km/s) aquisição	ΔV_{Total} (km/s)	Massa de propelente (kg) *	Altitude média periselenio (km) **
329,99	0,260	3,950	82	100

Dados da missão similar à SMART 1 com aceleração de $6,4 \times 10^{-6} \text{ km/s}^2$				
Tempo total de transferência (dias)	ΔV (km/s) aquisição	ΔV_{Total} (km/s)	Massa de propelente (kg) *	Altitude média do periselenio (km) **
35,74	0,02	Em andamento	102	100

* Estimativa, ** inclinação igual a 0°.

Conclusão

Nas simulações realizadas até o momento, as transferências Terra- Lua, baseadas no uso de motores com propulsão contínua e no fenômeno de captura gravitacional, correspondem a alternativas interessantes para redução de custo da missão. Através das simulações realizadas, reduzimos o tempo de missão da nave SMART 1 em 21%, partindo da mesma aceleração, e em quase 90%, considerando uma aceleração de $6,4 \times 10^{-6} \text{ km/s}^2$. Além disso, observa-se uma redução do ΔV_{Total} .

Referências

DE MELO, C. F.; MACAU, E. E. N.; WINTER, O. C. Numerical Study about Natural Escape and Capture Routes by the Moon via Lagrangian Points L1 and L2. *Advances in Space Research*. vol. 40, p 83-95, 2007

R. A. Broucke, *Periodic orbits in the restricted three-body problem with earth-moon masses*, Tech. Rep. 32-1168, Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, California, 1968.

