UM TIPO DE ÓRBITA ATENA DE DETECÇÃO DE METEORO LENTO

1-Lucas Guedes; - 2-Gabriel A. Silva; 3- Jacyane Victoria M.F. da Silva
EEEM Dr. Silva Mello – Guarapari E.S.
Orientadora: Lucia Horta

RESUMO

Emnoite de 27 de maio de 2020, precisamente começando às 02:03:27 UTC, câmeras do projeto exoss registraram o trajeto de um meteoro muito lento, o objeto entrou na atmosfera a uma velocidade inicial de 15,06 km / seg, iluminando a 84 km de altura e desaparecendo aproximadamente a 49 km de altura. Sua trilha de baixa altura discordava totalmente de um tipo de pastejo terrestre ou mesmo uma reentrada de tronco espacial foi descartada, após análise posterior concluímos que a órbita do meteoro era semelhante a uma classe NEO Atenas com q: 0,579 UA e a: 0,796 UA. Apesar de não haver encontros próximos com Mercúrio, Vênus e baricentro Terra-Lua após integração orbital no tempo anterior, hipotetizamos o efeito YARKOVSKY de que o meteoróide poderia ter se originado de uma órbita do tipo classe Atira, supondo um meteoróide com massa inicial de 0,5 - 0,7 quilogramas .

INTRODUÇÃO

O projeto exoss tem como objetivo principal o levantamento e o monitoramento regular do céu noturno para o registro de meteoros e bólidos, produzindo dados para estudos científicos. Em 2020, 28 de maio às 02: 03: 27.5 UTC, as estações exoss SJU01, SJU02 e ROC01 localizadas na parte norte do estado do Rio de Janeiro registraram um objeto muito lento, que inicialmente se pensava ser uma pastagem de terra ou mesmo um tronco espacial, mas análises posteriores demonstraram ser um meteoro muito peculiar. A duração de sua trajetória foi de cerca de 13 segs, evoluindo 174 km de percurso atmosférico. Porém, sua baixa altura e caminho curto são indicados como meteoro, desconsiderando qualquer reentrada de tronco espacial sobre a área, conforme relatado por

TRAJETÓRIA DO METEORO

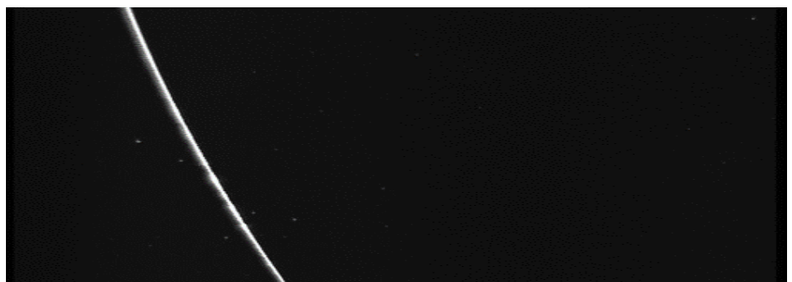
Passos para obter os principais parâmetros relativos à velocidade, trajetória atmosférica e elementos orbitais do meteoróide foram possíveis devido a 3 detecções de estação EXOSS, usando vídeo analógico, duas câmeras de 1 ”e um sensor de 1”,respectivamente, modo de sistema preto e branco, adequado para monitoramento de vídeo de meteoros. Os dados foram reduzidos astro-metricamente pelo software CAMS, a trajetória e a órbita foram avaliadas usando a ferramenta de órbitas (Jenniskens et al 2011), aplicando processamento de alta qualidade e parâmetros de velocidade exponencial considerados mais adequados para valores de desaceleração durante o trajeto dos objetos pela atmosfera, conforme modelado pela seguinte equação:

$$X(t) = V_b\, t - |a_1|\, exp(|a_2|\, t),$$

OBSERVAÇÕES DO RIO DE JANEIRO

Marcelo Mozer opera SJU1 e 2 câmeras ambas com sensor 1/3 ”e lente Fujinon F0.95, adaptada para registro de vídeo de meteoro, antiga voltada para a direção SO, fov 48,9 x 64,3, 5,9 '/ pixel, e posteriormente voltada para NE, fov 45,7 x 61,3, 5,1 '/ pixel, ambos do mesmo local da cidade de São João de Uba. Carlos Henrique opera câmera ROC1 remotamente uma câmera Watec 902 Ultimate, lente Computar 1: 0.8, voltada para SE, fov 67,2 x 89,2, 7,8 '/ pixel, localizada em Campos.
cidade dos Goytacazes. As estações SJU01 e SJU02 estão em uma zona de baixa poluição luminosa adequada para a detecção de meteoros por vídeo, apesar do ROC01 estar localizado em uma cidade média.
As estações SJU1 e SJU2 estão adaptadas ao modo de detecção UFO suite, enquanto a estação ROC1 opera software CAMS desde 2020, que compõe uma colaboração entre o projeto EXOSS e CAMS-SETI / NASA, esta estação constitui um nó de triangulação, denominado ES - node (Nó do Espírito Santo). Todas as câmeras estão sempre funcionando.
Assim, aquelas estações na noite de 2020, 27 de maio, detectaram um meteoro muito lento, com SJU1 registrando a maior parte de seu caminho, como ROC01, apesar de SJU1 detectar apenas a parte inicial

figura 1 - Trajetória de longo caminho registrada pela estação SJU02

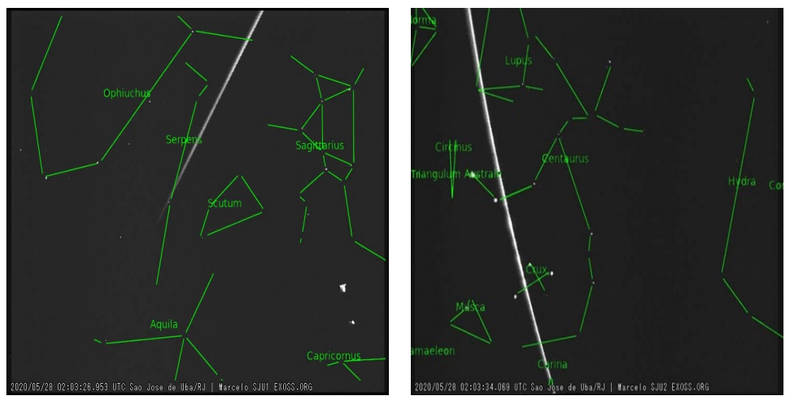


Fonte: Exoss CAMS

METODOLOGIA

Foram utilizados dados da rede Exoss de 3 estações com pareamento do objeto.
Vídeos analógicos do vídeo monitoramento do objeto em questão;Softwere CAMs; Ferramenta de orbitas (Jenniskens et al 201)

Figura 2- Traçado das constelações Posição relativa do meteoro no céu, através da câmera SJU1. Posição relativa do meteoro no céu, através da câmera SJU2, apontada para sudoeste, passando pelas estrelas Rigil Kentarus e Hadar, próximo à constelação Southern Cross. Astrometry.net..Autor: Marcelo Mozer (imagem base).



Na figura .2 é apresentada uma imagem estática do meteoro capturado pelo ROC01. A linha de base das três estações: SJU01, SJU02 e ROC1 tem uma distância linear de 83,1 km projetando uma bela triangulação, já que essa distância garante um bom conjunto de tracklets a serem avaliados usando CAMS permitindo que a trajetória e as órbitas sejam feitas com qualidade razoável cálculos, enquanto um bom número de estrelas para calibração é possível.

Figura 3- Imagem da estação ROC01, cams id 1220. É fácil perceber o caminho inicial do meteoro, modo de imagem estática do software CAMS

. Autor Carlos Henrique.

REDUÇÃO DOS DADOS

A primeira parte da análise foi dedicada às imagens de redução e calibração de estrelas: duas câmeras usando UFO (SJU01, SJU02) e uma câmera executando o software CAMS (ROC01). Assim, decidimos unificar os dados, sob os mesmos padrões, convertendo previamente vídeos do tipo SJU avi em arquivos cams bin, permitindo que os dados sejam calibrados nas mesmas aplicações CAMS: calibrações de estrelas, análises de trajetória e órbita.

Figura 4 - Câmera Exoss SJU1. Esquerda: imagem estática do OVNI
. À direita: mesma imagem convertida em câmeras.

Autor Marcelo Mozer

RESULTADOS

Relacionado à trajetória inicial, o meteoro tinha velocidade inicial de 15,66 km / seg, e altitude de entrada de 84,3 km, estimada em 21,0143◦ S 41, 2714◦ W, próximo a Mimoso do Sul - ES, em um ângulo raso de 10◦ com o horizonte e saindo em 22, 0441◦ S 42, 4349◦ W, próximo a Duas Barras - RJ, no momento em que a altitude caiu para 49, 25 km, e o comprimento do caminho total da atmosfera totalizou 174 km, referente a uma pista de solo observada de 155 km. Na seguinte tabela1são mostrados os parâmetros das trajetórias.

Todo o evento teve uma duração de cerca de 13 segundos, atingindo uma magnitude visual máxima de 1, 9. Nenhuma associação radiante foi encontrada, usando chuveiros CAMS, consulte a tabela listada em Jenniskens et al. (2018) artigo, considerando um raio de distância radiante máxima = 5, 0◦ e diferença de velocidade máxima = 10, 0% (Vida et al, 2019). Na mesa2 as coordenadas observadas e geocêntricas dos parâmetros radiantes são mostradas.

Figura 5

Fonte: Camera Exoss SJU01.

tabela 1 - Trajetória atmosférica de parâmetros de meteoros

Table 1 – Atmospheric trajectory parameters for the meteor of 2020 May 28, $02^h03^m27.5^s$ UTC.

	Parameter	σ
Infinity Velocity observed (km/sec)	15.06	0.07
Beginning height (km)	84.37	0.40
End height (km)	49.25	1.23
Zenithal angle (°)	79.20	n.a.
Max-m_v magnitude	–2.10	n.a.
Int-M_v magnitude	–6.20	n.a.

Table 2 – Radiant data (J2000.0).

Sporadic	Observed	Geocentric
R.A. (°)	293.72 ± 0.42	313.248 ± 0.904
Decl. (°)	+33.54 ± 0.25	+42.405 ± 1.151
Vel. (km/sec)	15.06 ± 0.07	10.175 ± 0.101

MASSA E TAMANHO DO METEOROIDE

A magnitude absoluta em cada estágio da trajetória foi calculada usando a

$$m_{abs} = m_{obs} - 2.512 \cdot \log(L_{inc})$$

onde mabs é a magnitude a uma distância de 100 km da estação, mobs é a magnitude observada e Linc é o aumento da luminosidade dada pela fórmula:

$$L_{inc} = \left(\frac{d}{100}\right)^2$$

PARAMETROS ORBITAIS

Após a redução da imagem e dos dados, foi possível um bom ajuste para estimativa dos orbitais do meteoróide, e de acordo com os resultados indicados ser um objeto do tipo Atenas, como semieixo maior 0,796 A..U, periélio cerca de 0,578 AU e afélio ..., seu a passagem do periélio foi estimada em 2020-01-22 05:44:05 UTC. Na próxima tabela, apresentamos os parâmetros orbitais:

	Orbital element	σ
P (years)	0.710	
v_∞ (km/s)	25.223	0.143
q (A.U.)	0.57851	0.01017
Q (A.U.)	1.01349	0.01017
a (A.U.)	0.796	
e	0.2733	0.0081
i (°)	19.629	0.23
Ω (°)	66.9949	0.0004
ω (°)	1.136	1.167

CONCLUSÃO

O meteoróide 2020-05-28 02:03:27 UTC foi registrado por três estações, em boas condições climáticas, e uma distância de linha de base satisfatória, número de estrelas de referência superior a 20 para ROC1 e SJU2, apesar de SJU1 apenas 13 estrelas. A primeira estimativa indicava um tronco espacial de reentrada, mas depois de examinar cada estação de dados em detalhes, concluímos que o meteoro tinha uma velocidade lenta e uma órbita semelhante a Atenas.
Mesmo sendo objeto do tipo athenas os autores propõem uma órbita do tipo Atira como uma possibilidade, aplicando integrações ab initio no tempo anterior, período de 10 anos, supondo encontros próximos com baricentro Terra-Lua, Vênus e Mercúrio, mas apenas o primeiro foi avaliado a uma distância de 0,034 UA em 24/10/2011, fora da esfera de influência do planeta. Se levarmos em conta as forças não conservadoras como o efeito Yarkovski, há espaço para investigações adicionais relacionando o meteoróide à órbita do tipo Atira.

Emails- 1. Lucas,guedes@aluno.edu.es.gov;- 2. Gabriel.asilva21@aluno.edu.es.gov.br - 3. Jaciane.silva@aluno.edu.es.gov.br - 4. Lucia-horta@Hotmail.com – Orientadora