

Predição do Ocultações Estelares por Satélites Irregulares até 2020

A. R. Gomes-Júnior¹, M. Assafin¹, L. Beauvalet^{2,3}, J. Desmars³, R. Vieira-Martins^{1,2,4}, J. I. B. Camargo^{2,4}, B. E. Morgado^{1,2}, F. Braga-Ribas⁵

¹ Observatório do Valongo, UFRJ, Brasil

² Observatório Nacional, Brasil

³ Institut de mécanique céleste et de calcul des éphémérides – IMCCE – Paris – França

⁴ Laboratório Interinstitucional de e-Astronomia - LineA

⁵ Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Paraná (UTFPR/DAFIS)

Satélites Irregulares possuem órbitas ao redor dos planetas gigantes que são excêntricas, altamente inclinadas e frequentemente retrógradas. Devido às suas configurações orbitais, acredita-se que esses satélites não foram formados pela acreção ao redor de seus planetas mas foram provavelmente capturados pelos planetas ao longo de suas evoluções.

Não há consenso em um único modelo explicando como os satélites irregulares se formaram. Modelos sugerem que a família de satélites Himalia possui um progenitor que se originou na região dos asteroides Hilda. Outros modelos sugerem que eles podem ter se formado nas regiões entre os planetas gigantes ou até mesmo da região dos Objetos Trans-Netunianos (TNOs).

Eles nunca foram observados por sondas, com a exceção de Himalia, Phoebe e Nereida, em um sobrevôo pela sonda Cassini em 2000 para Himalia (Porco et al. 2003) e em 2004 para Phoebe (Desmars et al. 2013) e em um sobrevôo pela sonda Voyager 2 em 1989 para Nereida (Smith et al. 1989). Mesmo in situ, as observações foram como alvos de oportunidade resultando em medidas não otimizadas com erro no tamanho de 10 km para Himalia e 25km para Nereida (Thomas et al. 1991). A exceção é Phoebe com medidas muito acuradas do tamanho com o erro do raio médio de 0.7km (Thomas 2010).

É importante conhecer seus parâmetros físicos como tamanho, forma, albedo e composição, de forma a tornar possível acessar suas origens. A melhor técnica de solo para determinar tamanho e forma, e por conseguinte estimar o albedo e, em um sentido mais amplo, a composição, é a por ocultações estelares. Esse método utiliza a curva de luz obtida pela passagem do objeto na frente de uma estrela para obter tamanho, albedo, atmosfera, entre outros de forma muito precisa, porém para isso é necessário efemérides precisas baseadas em um grande número de posições precisas em um grande intervalo de tempo.

Gomes-Júnior et al. (2015) publicou 6523 observações obtidas entre 1992 e 2014 no telescópios do Observatório do Pico dos Dias, do Observatoire de Haute-Provence e do European Southern Observatory para 18 satélites irregulares. O erro estimado de suas observações ficou entre 60 e 80 milissegundos de arco (mas) dependendo da magnitude do satélite. Para alguns satélites o número de posições obtidas é equivalente ao usado nas integrações numéricas das órbitas pelo JPL. Foi identificado erros sistemáticos nas efemérides do JPL e de Emelyanov et al. 2008 que podem atingir cerca de 200 mas.

Baseado em suas observações, nós geramos novas integrações numéricas das órbitas de 8 satélites irregulares de Júpiter (Himalia, Elara, Pasiphae, Carme, Lysithea, Sinope, Ananke e Leda). Essas são efemérides de curto-período usando apenas as posições de Gomes-Júnior et al. (2015). Para Phoebe, nós atualizamos as efemérides de Desmars et al. (2013) utilizando observações de Gomes-Júnior et al (2015), Peng et al. (2015), do Minor Planet Center e do Flagstaff. No total foram utilizadas 5886 observações, 75% a mais do que as utilizadas em Desmars et al. (2013).

Até hoje, nenhuma ocultação por satélite irregular foi publicado. Uma vez que eles são objetos muito pequenos, isso pode ter desencorajado tentativas anteriores. Porém, eles estão mais próximos relativos a TNOs e Centauros (objetos cujo número de ocultações observadas vem aumentando nos últimos anos), e considerando que possuem melhores efemérides, nós podemos prever com grande confiança os locais exatos na Terra onde passarão as sombras das ocultações.

55 Em 2019-2020 Júpiter irá cruzar o plano da galáxia criando muitas oportunidades para
ocultações estelares. O mesmo ocorre para Saturno em 2018. Com as efemérides obtidas
anteriormente e utilizando o catálogo UCAC4 identificamos 5442 candidatas a ocultações estelares
para os 8 satélites de Júpiter e Phoebe entre Janeiro de 2016 e Dezembro de 2020. Cerca de 10%
desses eventos envolvem estrelas mais brilhantes que $\text{magR}=14.0$, o que facilita observação por
observadores amadores.

60 Nós testamos a viabilidade de se observar um evento por esses objetos e a qualidade das
efemérides em uma ocultação de Himalia que ocorreria em 3 de Março de 2015. O evento estava
predito para passar ao norte do Brasil, portanto não foi observado. Porém observamos a estrela e o
satélite próximo à data do evento quando os objetos estavam separados por 16 segundos de arco, de
forma a diminuir erros sistemáticos causados pelo catálogo e pela imagem. Por fim, comparamos os
offsets dessas observações com as previsões feitas utilizando as nossas efemérides e as efemérides
65 do JPL. O caminho da sombra na Terra dada pelo offset é destoante das nossas efemérides por 29
km e das efemérides do JPL por 65 km.