



Período de rotação de objetos em órbita próxima da Terra dentro do projeto IMPACTON

Observatório Nacional

Wesley Pereira¹; Daniela Lazzaro¹; Jorge Carvano¹; Filipe Monteiro¹; Eduardo Rondón¹; Marçal Evangelista¹; Plícida Arcoverde¹; Jonatan Michimani¹; Wesley Mesquita¹; Tatiane Corrêa¹; Teresinha Rodrigues¹;
¹ Observatório Nacional, Rio de Janeiro/RJ. E-mail: josesilva@on.br

INTRODUÇÃO

Estudar as propriedades físicas dos NEOs (do inglês Near-Earth Objects) é importante não apenas para uma melhor compreensão sobre sua origem e evolução, mas também permite definir estratégias para o caso de descobrir algum objeto que apresente risco de impactar com a superfície terrestre. Atualmente são conhecidos 28295 objetos classificados como NEOs mas para apenas 1891 têm-se o período de rotação determinado, ou seja, para menos do que 7% de toda a população [1].

Portanto, surge a necessidade de continuar as coletas e análises de dados visando a caracterização não apenas do período de rotação, como também de outras propriedades físicas dessa população de pequenos corpos.

OBJETIVO

Nessa perspectiva, o presente projeto se propõe a determinar o período de rotação de NEOs a partir da análise de curvas de luz como parte do projeto IMPACTON (Iniciativa de Mapeamento e Pesquisa de Asteroides nas Cercanias da Terra no Observatório Nacional).

METODOLOGIA

Um das maneiras de se obter as propriedades rotacionais de pequenos corpos do Sistema Solar é através da análise de sua curva de luz, ou seja, de como o brilho do objeto varia no tempo [2]. Para isso, as realizamos observações fotométricas no OASI (Observatório Astronômico do Sertão de Itaparica) utilizando o filtro R do sistema de Johnson-Cousins. A metodologia atualmente utilizada no projeto IMPACTON é a observação de um objeto durante duas ou três noites ao longo de uma missão observacional que se estende por 15 noites em torno da lua nova.

As reduções são feitas usando o *Pipeline IMPACTON*, uma plataforma desenvolvida pelo Dr. J. M. Carvano. No *Pipeline* as imagens são corrigidas por *Flats*, *Darks* ou *Bias* e, em seguida, os objetos no campo da imagem são identificados a partir do SExtractor e do catálogo de estrelas *Gaia*. Por fim, o *Pipeline* fornece um arquivo em formato *sql* com os dados referentes a redução. Trabalhando com esse arquivo em um *script* em *Python* de pós-processamento, determinamos as magnitudes instrumentais ou calibradas dos objetos de interesse. Determinamos o período de rotação do asteroide através de um *software* em *Fortran*, que faz uma ajuste por série de Fourier na curva de luz obtida [3].

RESULTADOS

Conseguimos observar 14 NEOs para o atual projeto. A figura 01 mostra os objetos observados, com as respectivas datas e magnitudes visuais.

| Asteroide | Datas | Mag (V) | Asteroide | Datas | Mag (V) |
|--------------------|--|----------------------|------------|--|--|
| (7753) 1988 XB | 20/12/2020 21/12/2020 | 15.3 15.4 | 2011 YQ10 | 29/09/2021 30/09/2021 01/10/2021 | 16.4 16.1 16.2 |
| (85628) 1998 KV2 | 28/10/2021 29/10/2021 | 18.1 18.1 | 2016 AJ193 | 09/08/2021 10/08/2021 15/08/2021 | 17.0 16.8 15.5 |
| (162186) 1999 OP3 | 16/01/2021 17/01/2021 18/01/2021 | 16.8 16.8 16.7 | 2018 CW13 | 25/01/2022 27/01/2022 30/01/2022 | 17.2 17.0 17.1 |
| (174050) 2002 CC19 | 06/02/2021 07/02/2021 | 14.8 15.0 | 2021 JQ24 | 30/09/2021 31/08/2021 01/09/2021 11/09/2021 31/10/2021 01/11/2021 02/11/2021 03/11/2021 06/12/2021 07/12/2021 | 16.4 16.4 16.4 16.6 17.4 17.4 17.4 17.7 17.7 |
| (318160) 2004 QZ2 | 02/12/2021 03/12/2021 | 17.6 17.6 | 2021 JT5 | 12/07/2021 | 16.3 |
| (332446) 2008 AF4 | 09/01/2021 04/02/2021 05/02/2021 | 14.3 17.5 17.6 | 2021 MO1 | 07/10/2021 08/10/2021 09/10/2021 10/10/2021 | 17.2 17.3 17.3 17.3 |
| (453707) 2010 XY72 | 07/04/2021 08/04/2021 09/04/2021 | 18.3 18.2 18.1 | | | |
| 2001 EC | 10/09/2021 12/09/2021 13/09/2021 | 15.8 15.9 16.1 | | | |

Figura 01: Objetos observados a partir do OASI.

A seguir apresentamos as análises das curvas de luz obtidas para 4 NEOs que foram observados em 2021. A figura 02 mostra os ajustes nas curvas feitos por série de Fourier para os seguintes asteroides: **(322446) 2008 AF4** um NEO PHA do subgrupo Apollo com diâmetro estimado de 400 m, conseguimos estimar um período de 3.447h com uma amplitude da curva de luz de 0.066 mag; **(174050) 2002 CC19** pertencente ao subgrupo Amor com diâmetro de 1.1 km, estimamos um período de 4.22h com amplitude de 0.093 mag; **(526910) 2016 AJ193** PHA do subgrupo Apollo com diâmetro estimado de 1.374 km, determinamos um período de 7.01h com um ajuste de grau de polinômio de 4ª ordem; **(691463) 2011 YQ10** NEO Amor com diâmetro de 500 m, estimamos um período de 4.775 h com uma amplitude de 0.144 mag.

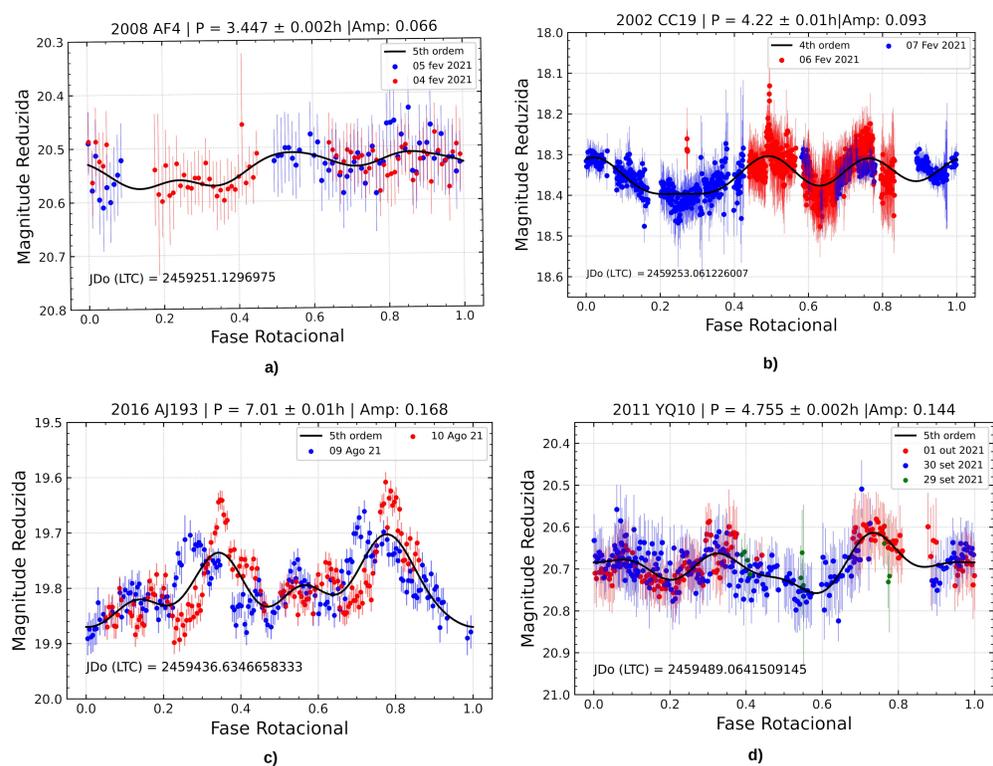


Figura 02: Ajuste nas curvas de luz por série de Fourier para os objetos: a) (322446) 2008 AF4; b) (174050) 2002 CC19; c) (826910) 2016 AJ193; d) (691463) 2011 YQ10.

As curvas de luz apresentadas mostram um certo grau de dispersão, isso ocorre pois a qualidade da magnitude que obtemos é prejudicada por nuvens, algumas noites não foram fotométricas o bastante para atenuar a dispersão entre os pontos. Uma possível solução seria a implementação da obtenção de magnitudes relativas, isso poderia diminuir o grau da dispersão. Conseguimos obter cerca de 7 curvas de luz, porém nem todas as observações conseguiram cobrir o possível período dos objetos analisados.

CONCLUSÕES

O próximo objetivo é conseguir implementar no script de pós processamento a obtenção de magnitudes relativas, pois com o código atual só é possível obter magnitudes calibradas. Com isso esperamos aumentar a análise para mais NEOs que estão sendo observados nas missões no OASI.

REFERÊNCIAS

- [1] JPL Horizon. Disponível em: <https://ssd.jpl.nasa.gov>
- [2] Pravec, P., et al. *Asteroid Rotations. Em Asteroids III (W. Bottke et al., Eds.)*, p. 409-422, University of Arizona Press, Tucson, 2002
- [3] Harris, A. et al. *Photoelectric observations of asteroids 3, 24, 60, 261, and 863.*, 77(1), 171–186, 1989.

