

Plano de trabalho para Altair Ramos Gomes Junior (12 meses)

Na última década, o progresso na astrometria e modelagem orbital das luas planetárias possibilitou a estimativa precisa dos efeitos de maré em satélites naturais e seu primário (Lainey et al 2009;. 2012). Consequências importantes no estudo de seus interiores foram obtidas. Como exemplo, o eventual estado de equilíbrio térmico dentro de Io (a mais interna das luas regulares de Júpiter) foi deduzido a partir do acordo entre a perda de energia orbital e calor emanado da superfície de Io. Baseando-se em medidas de observação de longo período de tempo que, esses estudos forneceram importantes restrições sobre a dinâmica de curto e longo prazo, e até de processos de formação (Charnoz et al. 2011). A esse respeito, a alta dissipação de maré dentro de Saturno obtida a partir de dados astrométricos sugeriu que muitas luas poderiam ser muito mais jovens do que a idade do nosso sistema solar. Embora estes resultados ainda devam melhorar com mais dados astrométricos, agora é hora de olhar para outros sistemas além de Júpiter e Saturno. Em particular, modelos teóricos de planetas gigantes (Remus et al. 2012) sugere que uma forte dissipação também pode ocorrer em gigantes gelados, abrindo o caminho para a sua quantificação a partir da órbita de suas luas.

O projeto proposto consiste em estender o estudo de marés em planetas gigantes gasosos para o sistema de Netuno. Recentemente, este candidato tratou cerca de 7000 observações astrométricas desse planeta e de Tritão, a maior lua de Netuno. Este grande conjunto de dados oferece a oportunidade de investigar novamente a dinâmica do sistema do Netuno, tendo em conta os possíveis efeitos seculares sobre as longitudes, associados com marés.

O candidato Altair R. Gomes Junior fará este trabalho no Institut de Mecanique Celeste et de Calcul des Ephemerides (IMCCE) do Observatoire de Paris, Paris, França, por um ano inteiro, de 01 de Setembro de 2016 a 31 de Agosto de 2017. O grande número de observações astrométricas realizados e a redução do Sr. Altair Júnior, e sua já boa experiência na área, contribuirá em grande medida para melhorar o nosso conhecimento de marés no sistema, bem como avaliar a precisão real de efemérides de Netuno.

Além disso, existem muitas observações astrométricas mais antigas (de solo e do espaço) que devem ser consideradas simultaneamente no procedimento de ajuste. O IMCCE desenvolveu uma metodologia para o ajuste de uma grande quantidade de dados esparsos como esses. Ainda assim, este método ainda não foi aplicado para o sistema de Netuno. Como consequência, Altair Júnior deve dedicar um tempo significativo sobre este importante passo do programa. Uma vez que um grande conjunto de dados de observações astrométricas esteja disponibilizado, Altair Junior investigará a possível quantificação das marés e as suas consequências sobre a dinâmica do sistema.

Para esse fim, o IMCCE desenvolveu um código numérico chamado NOE (Numerical Orbit and Ephemerides da sigla em inglês), que tem sido amplamente usado para o ajuste da órbita de luas naturais (Lainey et al., 2007, 2008, 2009, 2012). Por isso, durante a sua estadia, Altair Júnior deve usar o código NOE para realizar seu estudo. Acreditamos que quatro meses devem ser suficientes para a realização de um ajuste astrométrico global, incluindo marés. Quatro outros meses devem ser necessários para analisar os parâmetros físicos obtidos. Deve-se lembrar que as posições de Netuno também estarão disponíveis, permitindo a possibilidade de também avaliar a precisão das suas efemérides planetárias. Enquanto as efemérides de planetas de um modo geral são muito precisas em função da forte constrição dos dados de missões espaciais no ajuste de órbitas, o mesmo não ocorre para os sistemas de Urano e Netuno, dominados pela astrometria de solo. Neste contexto, o presente estudo apresentará avanços significativos.

Por último, mas não menos importante, a busca pela aceleração de maré nas longitudes orbitais das luas reuniu depois de alguns anos muitos conhecimentos diferentes. Isso inclui dinâmica, planetologia, física estelar e, claro, astrometria. Por isso, durante a sua estada na França, Altair Júnior deve ser apresentado à equipe internacional ENCELADE 2.0 (da sigla em inglês), financiado pelo International Space Science Institute. Este é um lugar perfeito para um estudante de PhD ampliar seu conhecimento de astronomia e astrofísica.

Referências

Charnoz et al. Icarus, Volume 216, Issue 2, p. 535-550 (2011).

Lainey et al., The Astrophysical Journal, Volume 752, Issue 1, article id. 14, 19 pp. (2012).

Lainey et al., Nature, Volume 459, Issue 7249, pp. 957-959 (2009).

Lainey, V. Planetary and Space Science, Volume 56, Issue 14, p. 1766-1772 (2008).

Lainey, Dehant, Paetzold, Astronomy and Astrophysics, Volume 465, Issue 3, April III 2007, pp.1075-1084 (2007).

Remus et al. Astronomy & Astrophysics, Volume 541, id.A165, 17 pp. (2012).

Cronograma de trabalho:

Tarefa 1 (1-2 meses): coletar todos os dados astrométricos antigos do sistema de Netuno

Tarefa 2 (mês 3): Coleta de dados astrométricos de naves espaciais

Tarefa 3 (4-5 meses): Rodar o código NOE para todo o conjunto de dados (solução sem marés)

Tarefa 4 (meses 6-7): Rodar o código NOE para todo o conjunto de dados (solução com marés)

Tarefa 5 (8-11 meses): Análise da solução das marés e da precisão real das efemérides de Netuno

Tarefa 6 (mês 12): escrever um artigo com os resultados

A Tarefa 1 consiste em coletar o maior conjunto possível de dados astrométricos antigos do sistema de Netuno. Computação de resíduos

com efemérides já existentes pode ser feito. A geração de um arquivo de observação global seguindo o formato IMCCE-NOE será feito.

A Tarefa 2 lida com dados astrométricos Voyager disponíveis a partir do site JPL. O estudante vai usar software do IMCCE para converter os arquivos .psf do JPL para o formato interno.

Na tarefa 3, o estudante irá se beneficiar do uso de código NOE para ajustar a grande coleção de dados astrométricos. Um ou dois meses podem ser necessários para aprender os princípios por trás do código e a sua utilização.

A Tarefa 4 é semelhante à Tarefa 3, mas agora incluindo efeitos de maré na dinâmica.

Na tarefa 5, o aluno irá realizar uma análise detalhada de seus resultados das Tarefas 3 e 4. Em particular, ele vai tentar estimar o erro que vem das observações e das efemérides de Netuno, separadamente.

Antes do final de sua estadia na França, Altair Júnior deve começar a escrever uma publicação em comum com pesquisadores IMCCE.

Se o tempo permitir, durante o projeto também serão tratadas imagens não reduzidas de VLT e HST do sistema do Netuno. Com efeito, o sistema tem sido observado na maioria das vezes para outros fins que não astrometria. O reproprocessamento de tais imagens usando técnicas de astrometria poderá ser muito valioso.