

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA
OBSERVATÓRIO DO VALONGO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ASTRONOMIA

Altair Ramos Gomes Júnior

Astrometria de Satélites Irregulares de Júpiter e Saturno

Rio de Janeiro

2014

Altair Ramos Gomes Júnior

Astrometria de Satélites Irregulares de Júpiter e Saturno

Dissertação apresentada ao Curso de Astronomia da UFRJ, como requisito parcial para a obtenção do grau de MESTRE em Astronomia.

Orientador: Marcelo Assafin

Professor Doutor

Rio de Janeiro

2014

Gomes Júnior, Altair Ramos

Astrometria de Satélites Irregulares de Júpiter e Saturno / Altair

Ramos Gomes Júnior - 2014

160.p

Astrometria. I.Título.

CDU 521.9

Altair Ramos Gomes Júnior

Astrometria de Satélites Irregulares de Júpiter e Saturno

Dissertação apresentada ao Curso de Astronomia da UFRJ, como requisito parcial para a obtenção do grau de MESTRE em Astronomia.

Aprovado em Fevereiro de 2014

BANCA EXAMINADORA

Marcelo Assafin

Professor Doutor

Roberto Vieira Martins

Doutor

Júlio I. B. Camargo

Doutor

Dedicatória

Agradeço à minha mãe Adelma e meu pai Altair por todo o apoio emocional e financeiro durante a minha trajetória acadêmica. Ao meu irmão, que sempre me incentivou, aos meus amigos e colegas pela troca de experiências.

À minha tia Maria do Carmo pelo auxílio dado para minha permanência no Rio de Janeiro.

Ao meu orientador Marcelo Assafin por ter me aceito como aluno e me dado a oportunidade de trabalhar com as empolgantes áreas de Astrometria e Sistema Solar e por sua paciência ao me ensinar e me atualizar sobre o campo de trabalho.

"Queremos ter certezas e não dúvidas, resultados e não experiências, mas nem mesmo percebemos que as certezas só podem surgir através das dúvidas e os resultados somente através das experiências."

Carl Jung

Resumo

O estudo da estrutura e evolução do Sistema Solar tem muita importância atualmente, por exemplo, na compreensão dos mecanismos de formação dos planetas de outras estrelas (exoplanetas), trazendo em seus desdobramentos valiosas informações quanto a viabilidade de formação de ambientes que comportem vida.

Praticamente cada satélite é um problema particular de Mecânica Celeste. Dessa forma, a observação de seus movimentos é muito útil por razões teóricas. A preparação e realização de missões espaciais para alguns planetas, e mesmo alguns satélites, como Titã de Saturno ou os Galileanos de Júpiter, requer observações frequentes e posições muito acuradas de todos os satélites do sistema planetário visitado.

Os satélites irregulares de planetas gigantes, principalmente de Júpiter e de Saturno, são substancialmente menores do que os satélites regulares e possuem órbitas mais distantes, excêntricas, inclinadas e, na maioria dos casos, retrógradas. Explicar a existência dos satélites irregulares dos planetas gigantes é um estudo interessante em dinâmica orbital.

É amplamente aceito que eles, devido à configuração orbital, foram capturados por seus planetas. Porém, ainda não são certos a origem e o método de captura desses objetos embora as teorias mais prováveis sejam a de arrasto gasoso durante a formação do Sistema Solar e a captura de três corpos.

A maioria dos satélites formam famílias com características orbitais semelhantes sugerindo uma evolução dada por colisões. A compreensão desses mecanismos nos fará entender melhor o nosso próprio sistema solar e, possivelmente, de sistemas extrasolares.

Com o pacote astrométrico PRAIA o tempo empregado na redução de grandes quantidades de imagens foi diminuído significativamente. Os objetivos científicos dos nossos programas observacionais agora tem sido atingidos em curtíssimo prazo, em consonância com a atual demanda astronômica e astrofísica de nossa área.

Em uma base de dados com mais de 100 mil imagens obtidas entre 1992 e 2012 no telescópios de 1.2m do Observatoire de Haute Province, França, e nos telescópios Perkin-Elmer, Boller & Chivens e Zeiss no Observatório do Pico dos Dias, mais de 4 mil

contem satélites irregulares de Júpiter e Saturno. Reduzir essa grande quantidade de observações com precisão só foi possível com a utilização do PRAIA. Como é possível ver nos resultados obtidos, os offsets de posição refletem o erro natural da astrometria e o erro das efemérides dos satélites mais fracos, e sugerem que podemos efetivamente contribuir para que novas integrações numéricas forneçam posições mais precisas de forma que ocultações estelares por esses objetos possam ser preditas com maior precisão. A observações dessas ocultações permitirão um maior conhecimento das propriedades físicas dos satélites.

Palavras-chave: Astrometria, Satélites Irregulares de Júpiter, Satélites Irregulares de Saturno

Abstract

The study of the Solar System's structure and evolution is very important, for example, in the comprehension of the mechanisms of the planetary formation bringing valuable information about the viability of environments which could support life.

In practice, each satellite is a special problem of Celestial Mechanics. This way, the observation of their movements is very useful for theoretical reasons. The preparation and realization of spacial missions for some planets, and even for some satellites, such as Titan from Saturn and the Galileans from Jupiter, require frequent observations and very precise positions.

The irregular satellites of giant planets, mainly from Jupiter and Saturn, are much smaller than regulars and with more distant, eccentric and retrograde orbits. To explain the existence of irregular satellites in giant planets is an interesting study in orbital dynamics.

It's largely accepted that, due to their orbital configuration, they were captured by their planets. However, it is still uncertain their origin and the method that these objects were captured although the most probable theories are the gas drag capture during the Solar System formation and the three-body capture.

Most of these satellite belong to families whith similar orbital characteristics sugesting a evolution whith collisions. The comprehension of theses mechanisms will make us better understand our own Solar System and, probably, the extra-solar systems.

The time consumption in the reduction of large amounts of images was significantly shortened with the use of the astrometric package PRAIA. The scientific purposes of our observational program are now reached in due time, in cope with the current astronomical and astrophysical demands.

In a database with more than 100 thousand images taken between 1992 and 2012 at the 1.20m telescope (1m20) of the Observatoire de Haute Province, France, and the Perkin-Elmer, Boller & Chivens e Zeiss telescopes at Observatório do Pico dos Dias, more than 4 thousand contains irregular satellites of Jupiter and Saturn. Reducing this considerable amount of images with precision was only possible with the use of PRAIA. As shown by the results, the position offsets reflect the natural error of the astrometry and

ephemeris error of the faint satellites, and suggest we are helping to improve the ephemeris allowing better precision of stellar occultations which will provide a better understanding of the physical parameters of the satellites.

Keywords: Astrometry, Jovian Irregular Satellites, Saturnian Irregular Satellites

Sumário

Lista de Figuras	9
1 Introdução	11
2 Observações	20
2.1 Programa OHP	20
2.1.1 Telescópio 1.2m	20
2.1.2 Observações	22
2.2 Programa LNA	24
2.2.1 Telescópios PE, B&C e Zeiss	24
2.2.2 Observações	26
3 Tratamento de Imagens. Obtenção de Posições (α, δ)	29
3.1 Efemérides	29
3.2 UCAC4	29
3.3 Redução de Bias e Flats	30
3.4 O pacote de tratamento e redução de dados PRAIA	32
3.4.1 Extração de dados das Imagens	35
3.4.2 Detecção Automática de objetos	35
3.4.3 Identificação Automática de Estrelas de Catálogo	36
3.4.4 Identificação Automática dos Alvos	36
3.5 Redução de α e δ	37
3.5.1 OHP	38
3.5.2 LNA	39

4	Resultados	42
4.1	OHP	43
4.2	LNA	44
5	Discussão	49
6	Conclusões	52
A	Tabela de Observações do OPD	54
B	Gráficos de Erros (x,y) de Medida dos Ajustes de Gaussianas	70
B.1	Satélites de Júpiter	70
B.1.1	Grupo Irregular Prógrado Himalia	70
B.1.2	Grupo Irregular Retrógrado Ananke	73
B.1.3	Grupo Irregular Retrógrado Carme	73
B.1.4	Grupo Irregular Retrógrado Pasiphae	74
B.1.5	Grupo Irregular Retrógrado Sinope	75
B.2	Satélites de Saturno	75
C	Tabelas de Dados Noite a Noite	77
C.1	Satélites de Júpiter	78
C.1.1	Grupo Irregular Prógrado Himalia	78
C.1.2	Grupo Irregular Retrógrado Ananke	94
C.1.3	Grupo Irregular Retrógrado Carme	97
C.1.4	Grupo Irregular Retrógrado Pasiphae	101
C.1.5	Grupo Irregular Retrógrado Sinope	106
C.2	Satélites de Saturno	110
D	Gráficos Offset x Anomalia Verdadeira	119
D.1	Satélites de Júpiter	119

D.1.1	Grupo Irregular Prógrado Himalia	119
D.1.2	Grupo Irregular Retrógrado Ananke	121
D.1.3	Grupo Irregular Retrógrado Carme	122
D.1.4	Grupo Irregular Retrógrado Pasiphae	123
D.1.5	Grupo Irregular Retrógrado Sinope	123
D.2	Satélites de Saturno	124
E	Gráficos dos Offsets projetados no céu ao longo da Órbita	126
E.1	Satélites de Júpiter	126
E.1.1	Grupo Irregular Prógrado Himalia	126
E.1.2	Grupo Irregular Retrógrado Ananke	142
E.1.3	Grupo Irregular Retrógrado Carme	145
E.1.4	Grupo Irregular Retrógrado Pasiphae	149
E.1.5	Grupo Irregular Retrógrado Sinope	151
E.2	Satélites de Saturno	154
	Referências Bibliográficas	160

Lista de Figuras

1.1	Esquema ilustrativo das órbitas dos satélites irregulares	13
2.1	Fotos do Telescópio 1m20 do OHP	21
2.2	Gráfico: Número de Observações por satélite	23
2.3	Quantidade de Imagens por Satélite por Ano	23
2.4	Fotos dos Telescópios do OPD	25
2.5	Quantidade Total de Imagens por Satélite - OPD	28
2.6	Quantidade de Imagens por Satélite por Ano - OPD	28
3.1	Esquema ilustrativo do pacote PRAIA	35
3.2	Erro (x, y) Por Magnitude dos Satélites de Júpiter	38
3.3	Erro em (x,y) Por Magnitude dos Satélites de Júpiter	39
3.4	Erro em (x,y) Por Magnitude dos Satélites de Júpiter	40
3.5	Erro em (x,y) Por Magnitude dos Satélites de Júpiter	40
4.1	Offsets de Efemérides dos Satélites de Júpiter - OHP	45
4.2	Offsets de Efemérides dos Satélites de Júpiter - Perkin-Elmer	47
4.3	Offsets de Efemérides dos Satélites de Júpiter - Boller & Chivens	47
5.1	Gráfico Offset x Anomalia Verdadeira - Carme	49
5.2	Gráfico da órbita de Carme	50
B.1	Erro (x,y) Por Magnitude de Himalia	71
B.2	Erro (x,y) Por Magnitude de Elara	71
B.3	Erro (x,y) Por Magnitude de Leda	72
B.4	Erro (x,y) Por Magnitude de Lysithea	72

B.5	Erro (x,y) Por Magnitude de Ananke	73
B.6	Erro (x,y) Por Magnitude de Carme	74
B.7	Erro (x,y) Por Magnitude de Pasiphae	74
B.8	Erro G(x,y) Por Magnitude de Sinope	75
B.9	Erro (x,y) Por Magnitude de Phoebe	76
B.10	Erro (x,y) Por Magnitude de Siarnaq	76
D.1	Gráfico Offset x Anomalia Verdadeira - Himalia	119
D.2	Gráfico Offset x Anomalia Verdadeira - Elara	120
D.3	Gráfico Offset x Anomalia Verdadeira - Leda	120
D.4	Gráfico Offset x Anomalia Verdadeira - Lysithea	121
D.5	Gráfico Offset x Anomalia Verdadeira - Ananke	122
D.6	Gráfico Offset x Anomalia Verdadeira - Carme	122
D.7	Gráfico Offset x Anomalia Verdadeira - Pasiphae	123
D.8	Gráfico Offset x Anomalia Verdadeira - Sinope	124
D.9	Gráfico Offset x Anomalia Verdadeira - Phoebe	124
D.10	Gráfico Offset x Anomalia Verdadeira - Siarnaq	125
E.1	Gráficos das órbitas de Himalia	132
E.2	Gráficos das órbitas de Elara	138
E.3	Gráficos das órbitas de Leda	138
E.4	Gráficos das órbitas de Lysithea	142
E.5	Gráficos das órbitas de Ananke	145
E.6	Gráficos das órbitas de Carme	148
E.7	Gráficos das órbitas de Pasiphae	151
E.8	Gráficos das órbitas de Sinope	153
E.9	Gráficos das órbitas de Phoebe	157
E.10	Gráficos das órbitas de Siarnaq	158

1 Introdução

O estudo do Sistema Solar teve início com o mapeamento cinemático de seus constituintes e posteriormente com o estudo de sua dinâmica. A Astronomia Fundamental e a Mecânica Celeste desempenham papel importante no seu estudo, por exemplo, sem a contribuição dessas ciências, não seria possível realizar os ensaios modernos baseados na integração direta das equações de movimento, que recentemente tanto tem ampliado nosso entendimento dos cenários de formação do Sistema Solar e de sua evolução, como a migração dos planetas gigantes e os efeitos da evolução das regiões de ressonância sobre os pequenos corpos [Morbidelli et al., 2005].

Por outro lado, o leque de modernas técnicas baseadas em observações do espaço, e mesmo a prospecção mineral in loco com sondas, têm permitido descortinar novos problemas, levantando questões relacionadas à composição química dos planetas, asteroides, cometas e satélites, que remetem a questões básicas da origem e evolução do Sistema Solar. De custo comparativamente irrisório, o uso de técnicas espectroscópicas e fotométricas, a partir de observações do solo, também tem contribuído para desvendar o quadro das composições químicas do Sistema Solar. Esse quadro é essencial para entender, ou mesmo selecionar, os mecanismos mais prováveis para a evolução do sistema até o seu estado atual, e futuro.

Com a recente descoberta de planetas extra-solares, redobrou-se a importância do estudo da estrutura e evolução do Sistema Solar. Por exemplo, o aprofundamento da compreensão dos mecanismos de formação dos planetas traz em seus desdobramentos valiosas informações quanto a viabilidade de formação de ambientes que comportem vida.

O grupo de Astrometria do Rio de Janeiro tem estudado desde a década de 80 a cinemática e a dinâmica de satélites do Sistema Solar. Em paralelo, grandes esforços também foram - e vem sendo - feitos para melhor caracterizar o próprio referencial astrométrico, em relação ao qual essas posições e efemérides são obtidas. O melhor conhecimento cinemático e dinâmico dos constituintes de nosso sistema sem dúvida contribui para aprimorar os estudos de evolução do Sistema Solar, refinando as condições de contorno (massas, geometria) nas teorias semi-analíticas e nos processos de integração numérica das equações.

Hoje em dia, no contexto da astrometria CCD de pequenos campos, a demanda por precisão funde-se com a necessidade estatística de geração de grandes volumes de dados. De fato, temos lidado com volumes de dados cada vez maiores, provenientes dos programas observacionais conduzidos pelo grupo em observatórios astronômicos no país e no exterior, em parceria com colaboradores de instituições nacionais e estrangeiras. Como exemplo, citamos o programa de astrometria de satélites naturais, planetas, estrelas rádio-emissoras e fontes rádio do ICRF, observadas nos telescópios do Laboratório Nacional de Astrofísica/MCT (LNA), o projeto de astrometria de fontes ICRF observadas no infra-vermelho com o 3.6m NTT/SOFI (ESO, Chile), os quasares ICRF do projeto RORF (USNO) observados no 0.9m do CTIO (Chile) e 0.6m na Romênia, e finalmente as observações de quasares do ICRF no 4m SOAR/SOI (Chile).

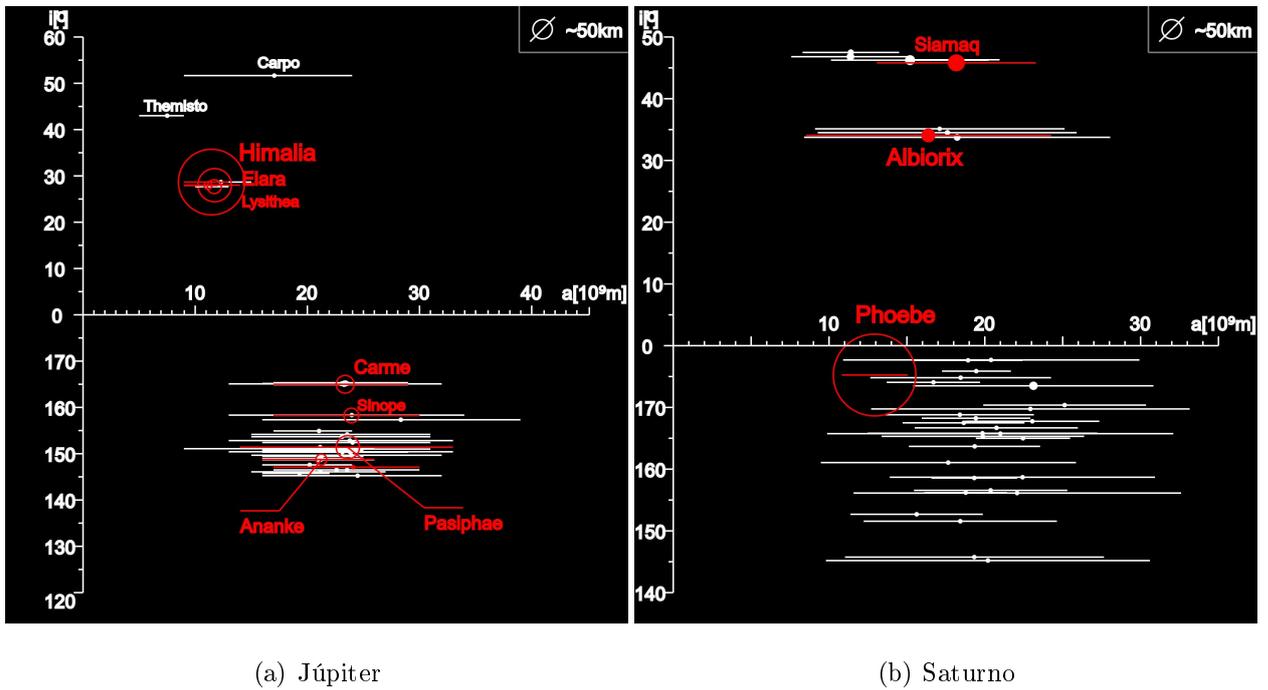
Recentemente, conseguimos produzir um pacote de redução astrométrica automatizada de imagens astronômicas digitalizadas que calcula posições com grande precisão, acurácia e velocidade, para uma grande quantidade de imagens. É o PRAIA – Plataforma de Redução Automática de Imagens Astronômicas. Com *grants* do CNPq/MCTI e da FAPERJ, concretizamos a organização de uma estrutura computacional que permite acomodar de forma adequada todo o volume de imagens astronômicas produzido, permitindo a efetiva utilização do PRAIA em todo seu potencial. Por outro lado, a recente automatização da captura de efemérides de corpos do sistema solar via internet e a incorporação de novos catálogos astrométricos ao pacote também foram viabilizadas e já têm permitido a obtenção rápida e eficiente de resultados científicos dentro de nossos programas observacionais do sistema solar.

Uma das coleções de objetos observados nos programas/telescópios acima citados, e que carregam muitas informações sobre a origem e evolução do Sistema Solar e que é alvo do estudo aqui apresentado são os satélites irregulares.

Os satélites irregulares de planetas gigantes são substancialmente menores do que os satélites regulares, possuindo órbitas mais distantes, excêntricas, altamente inclinadas e, em sua maioria, retrógradas. É amplamente aceito que eles, devido à configuração orbital, foram capturados por seus planetas ([Sheppard and Jewitt, 2003]).

As órbitas dos satélites irregulares de Júpiter e de Saturno, respectivamente, são mostradas na Figura 1.1, esquematicamente, por semi-eixo maior (o eixo das abcissas em milhões de quilômetros), pela inclinação orbital (o eixo das ordenadas em graus) e pela variação da distância satélite-planeta ao longo da órbita, ou seja, sua excentricidade (lin-

has brancas). Os tamanhos relativos são indicados pelos círculos. Os satélites observados nesse projeto estão indicados em vermelho.



(a) Júpiter

(b) Saturno

Figura 1.1: Esquema ilustrativo das órbitas dos satélites irregulares: a escala vertical se refere à inclinação em graus da órbita dos satélites em relação ao planeta; a escala horizontal é a distância em milhões de Km ao planeta; as linhas representam a variação de distância do satélite ao planeta durante o período orbital; os círculos são os tamanhos relativos dos satélites. Em vermelho estão os objetos alvo desse estudo.(baseado em dados obtidos do JPL, via site Horizons)

Praticamente cada satélite é um problema particular de Mecânica Celeste. Dessa forma, a observação de seus movimentos é muito útil por razões teóricas. A preparação e realização de missões espaciais para alguns satélites requer observações frequentes e posições muito acuradas [Kovalevsky, 1995].

A maioria desses objetos são recém descobertos ([Sheppard and Jewitt, 2003]), principalmente por serem pouco brilhantes. Eles nunca foram visitados por sondas espaciais, com exceção de Phoebe que teve uma rápida passagem pela sonda Cassini em 2004 ([Desmars et al., 2013]), e as medidas em seus tamanhos são estimados supondo que seus albedos geométricos são como os medidos para os satélites mais brilhantes, como por exemplo Himalia para Júpiter.

Explicar a existência dos satélites irregulares dos planetas gigantes é um estudo interessante em dinâmica orbital. O modelo de captura gravitacional explica como

ocorre a aproximação do satélite até o planeta, porém, esta captura é temporária. A compreensão dos mecanismos de captura dos satélites irregulares nos fará entender melhor o nosso próprio Sistema Solar e, possivelmente, sistemas extra-solares.[Sheppard, 2006]

Existem várias hipóteses para a permanência destes satélites, sendo uma delas a do arrasto gasoso durante a fase de formação desses sistemas planetários, quando a presença de gás viscoso ainda era significativa. Porém, como descrito por [Grav et al., 2003], esse gás deveria ter sido dispersado, pelo menos localmente, logo após a captura para que o objeto não espiralasse em direção ao planeta.

Outra possibilidade proposta por [Nesvorný et al., 2007] seria a de captura por reações gravitacionais de três corpos durante encontros planetários como dado pelo Modelo de Nice ([Tsiganis et al., 2005], [Morbidelli et al., 2005] e [Gomes et al., 2005]). Em seu trabalho, [Nesvorný et al., 2007] simularam numericamente esses encontros e estimaram a quantidade de objetos capturados em órbitas estáveis pelos quatro planetas gasosos.

Eles demonstraram que satélites irregulares são naturalmente capturados (em grande quantidade) por Urano e Netuno. Poucos encontros planetários foram identificados para Saturno, sendo eles apenas no início da sequência de encontros que durou alguns milhões de anos. Em apenas uma das simulações ocorreram encontros com Júpiter gerando mais de 300 satélites em órbitas estáveis, porém com inclinações ligeiramente diferentes dos satélites reais, contudo essa diferença pode ter sido gerada pela evolução orbital dos satélites.

Foi estimado que satélites externos pré-existentes aos encontros tivessem uma taxa de sobrevivência da ordem de 10^{-3} para satélites com órbitas com inclinações próximas a 0° e que para órbitas mais inclinadas, a taxa de sobrevivência é ainda menor.

Para os satélites de Júpiter e Saturno, ou o modelo de Nice deve ser modificado para que haja mais encontros planetários envolvendo Júpiter e Saturno ou eles foram formados de uma forma diferente dos satélites de Urano e Netuno.

Outro modelo de captura descrito por [Sheppard, 2006] seria o aumento de massa do planeta enquanto o objeto estivesse em captura temporária, porém esse aumento de massa deveria ser em grande escala em curto período de tempo e isso desestruturaria qualquer sistema de satélites. Também descrito por [Sheppard, 2006], poderia haver a captura pela colisão de dois objetos na esfera de Hill do planeta. Nesse cenário, um período provável seria o período de Bombardeamento Tardio conforme modelo de Nice

([Gomes et al., 2005]).

Na Figura 1.1 é possível observar que não foi detectado nenhum satélite entre as inclinações 60° e 140° . Isso se deve principalmente à Ressonância de Kozai que desestabiliza órbitas altamente inclinadas e acopla oscilações de excentricidade e inclinação. A excentricidade aumenta fazendo com que objetos nessa ressonância atinjam distâncias próximas aos planetas cruzando as órbita dos satélites regulares, podendo ocorrer colisões com esses satélites ou com o próprio planeta. Dessa mesma forma, o apocentro da órbita atinge distâncias tais que perturbações externas podem levá-lo para fora da esfera de Hill do planeta.

Em um estudo feito por [Nesvorný et al., 2003], apenas dois satélites de Saturno e um de Júpiter tem órbitas caracterizadas por essa ressonância, sugerindo que a evolução da maioria dos satélites se deu de forma distinta.

Alguns satélites formam grupos, ou famílias, com características orbitais semelhantes, podendo, assim, terem se originado por colisões. Em nosso estudo, observamos 4 objetos do Grupo Prógrado de Júpiter: Himalia, Elara, Lysithea e Leda; observamos Pasiphae e Callirrhoe do Grupo Retrógrado Pasiphae; e, finalmente, observamos Carme, Ananke e Sinope, únicos representantes de seus respectivos grupos. Para Saturno, três objetos foram observados: Phoebe, Albiorix e Siarnaq, cada um sendo o principal objeto de seus respectivos grupos. Elementos orbitais desses objetos podem ser encontrados na tabela 1.1.

O grupo Prógrado de Himalia foi estudado por [Nesvorný et al., 2003], que calculou as taxas de colisão entre os membros desse grupo e estimou em mais de uma colisão entre cada par de satélites do grupo em um período equivalente à idade do Sistema Solar. Segundo seus cálculos, Himalia teria sido fragmentado em uma colisão com Elara e que Elara teria sido fragmentado por uma colisão com Lysithea ou Leda. Esses resultados sugerem que esse grupo é originário de uma colisão satélite-satélite e que um grande número de satélites desse grupo podem ter desaparecido por colisão com os maiores satélites do grupo. Esse grupo foi caracterizado por [Grav et al., 2003] como uma classe de cor "grey" (classe de cor definida pelo autor) com cores médias $B-V=0.66\pm 0.02$ e $V-R=0.36\pm 0.01$. Essa classificação demonstrou que suas superfícies são similares a asteroides tipo C.

Os grupos retrógrados de Júpiter podem ser divididos em duas aglomerações principais, o grupo Carme (inclinação $\sim 165^{\circ}$) e os grupos Ananke e Pasiphae (inclinação

$\sim 149^\circ$). Estes últimos são separados por uma pequena diferença em seus semi-eixos maiores médios embora as excentricidades e inclinações médias sejam semelhantes. Em seu trabalho sobre a população de satélites irregulares, [Sheppard and Jewitt, 2003] coloca Sinope como pertencente ao grupo Pasiphae, porém devido a sua inclinação média ser um pouco maior, [Nesvorný et al., 2003] e [Grav et al., 2003] o consideram como um objeto independente.

Satélite	Semi-Eixo Maior (km)	Excentricidade	Inclinação ($^\circ$)	Descoberta
Himalia	11460000	0.1586	28.612	1904
Elara	11740000	0.2108	27.945	1905
Lysithea	11717000	0.1161	27.663	1938
Leda	11164000	0.1624	27.882	1974
Ananke	21254000	0.2332	148.693	1951
Carme	23401000	0.2546	164.994	1938
Pasiphae	23629000	0.4062	151.413	1908
Callirrhoe	24099000	0.2796	147.080	1999
Sinope	23942000	0.2552	158.189	1914
Albiorix	16393000	0.4797	34.060	2000
Siarnaq	18182000	0.2802	45.809	2000
Phoebe	12947918	0.1634	175.243	1898

Tabela 1.1: Características orbitas dos satélites observados

As cores médias de Pasiphae (objeto principal do grupo Pasiphae) dadas por [Grav et al., 2003] o colocam na classe de cor "grey" enquanto os outros satélites do grupo observado, Megaclite e Callirrhoe, têm cores "light red", parecido com asteroides tipo P ou D. Para Ananke (objeto principal do grupo Ananke), a situação é reversa, sendo classificado na classe de cor "light red" enquanto os outros objetos do grupo observados, Harpalyke, Praxidike e Iocaste, estão na classe de cor "grey".

Quanto ao grupo retrógrado Carme, Carme e Taygete pertencem a classe "light red" enquanto Kalyke tem cores consistentes com a classe "red" (ver [Grav et al., 2003] e suas referências). Essa cor vermelha sugere uma origem para uma população de Centauros ou TNOs e é possível, embora pouco provável, que Kalyke seja um sobrevivente do impactor que fragmentou o progenitor do grupo Carme.

Os satélites retrógrados de Júpiter tem uma taxa de colisão entre si muito menor que os regulares em um período de 4.5 Giga anos ([Nesvorný et al., 2003]). Porém, alguns casos de possíveis colisões entre prógrados e retrógrados foram detectados. Uma colisão entre Elara e Megaclite (retrógrado do Grupo Pasiphae, $D \sim 6$ Km) tem uma probabilidade de 10% em em uma escala de tempo comparável à idade do Sistema Solar. Apesar de Megaclite ser pequeno em comparação com Elara ($D \sim 75$ Km), uma colisão entre esses objetos seria suficiente para quebrar e dispersar Elara devido à grandes velocidades de impacto entre satélites prógrados e retrógrados.

Segundo [Nesvorný et al., 2003], as baixas taxas de colisão entre os membros dos grupos das famílias de irregulares retrógrados (como as famílias Ananke e Carme) sugerem que eles provavelmente se formaram nos primeiros estágios do Sistema Solar enquanto o grupo prógrado Himalia foi formado mais recentemente.

Em nosso trabalho, apenas 3 satélites irregulares de Saturno foram observados sendo eles Phoebe ($i \sim 175^\circ$), Albiorix ($i \sim 37^\circ$) e Siarnaq ($i \sim 47^\circ$), pertencentes a grupos distintos. Albiorix e Siarnaq seguem órbitas prógradas enquanto Phoebe, o maior satélite irregular do sistema, segue uma órbita retrógrada.

Os dois grupos prógrados de Saturno pertencem à classe "light red". Todos os objetos do grupo ao qual pertence Albiorix cabem na elipse de dispersão de velocidade de fragmentos centrada em Albiorix (maior objeto do grupo) segundo [Grav et al., 2003]. Já para o outro grupo, uma maior dispersão de velocidade centrada em Siarnaq é necessária para que todos os objetos do grupo caibam na área de dispersão. Isso pôde ter sido ocasionado pelo encontro com algum grande objeto ou por evolução orbital pós-fragmentação causada por ressonâncias seculares.

Segundo [Nesvorný et al., 2003], as taxas de colisões entre quaisquer pares de satélites de Saturno, exceto Phoebe, é menor que 0.02 colisões por par a cada 4.5 Giga anos. Isso se deve a baixa velocidade orbital e por serem menores.

Colisões com Phoebe são muito mais prováveis. De fato, [Nesvorný et al., 2003] calculou cerca de 7 impactos de satélites irregulares em Phoebe no período citado acima, usando a população conhecida, sendo que muitos são impactos por satélites prógrados. Nenhum desses impactos seria suficiente para fragmentar Phoebe. Conclui-se com isso que Phoebe tivesse muitas crateras resultado de colisões com antigos satélites irregulares.

Ejeções de material devido aos impactos seriam a fonte do material escuro responsável pela variação de albedo encontrado em Iapetus. Esse material evoluiria de-

vido ao arrasto de Poynting-Robertson e impactaria Iapetus de uma órbita retrógrada. ([Nesvorný et al., 2003])

Espectroscopia de Phoebe tomada pela Cassini revelou um baixo albedo com reflectância entre $< 1\%$ até 6% e a presença de gelo de água que são propriedades encontradas em KBOs ([Clark et al., 2005]). Esse gelo de água é mais encontrado em sua superfície do que em seu interior, uma vez que as crateras mostram menos gelo exposto do que o terreno ao seu redor.

Uma característica de absorção em $2.42 \mu\text{m}$ (provável combinação de CN) foi encontrada em Phoebe, absorção nunca antes detectada no Sistema Solar antes da Cassini. Porém, ela também foi detectada pela própria Cassini no lado escuro de Iapetus ([Clark et al., 2005]).

Foi verificado, portanto, que Phoebe é recoberto por material de origem cometária e/ou do Sistema Solar Externo. Contudo, não é possível concluir que Phoebe tenha origem no Sistema Solar externo sem conhecimentos das composições internas do satélite.

Para buscar melhor compreender essa coleção de objetos que trazem consigo uma história da origem e evolução do Sistema Solar é necessário um acompanhamento orbital dos satélites. Devido à maioria ser recentemente descobertos, suas incertezas orbitais ainda são relativamente grandes para a realização e observação de eventos que exigem maior precisão como passagem de sondas e ocultações estelares.

Uma vez que não há planejamentos de passagem de sondas por esses ambientes, o método mais eficiente de se obter características físicas desses objetos é o método de ocultações estelares por telescópios de solo. 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 a previsão dessas ocultações exige que a órbita do objeto ocultante seja muito precisa.

Em um esforço para recuperar posições de satélites, [Jacobson et al., 2012] verificou que alguns desses objetos já estão considerados perdidos, ou seja, sua incerteza orbital é tão grande que eles terão que ser redescobertos.

Nesse contexto, o presente trabalho procurou reduzir de forma homogênea e precisa as posições dos satélites irregulares de Júpiter e Saturno observados com os telescópios 1.2m do Observatoire Haute-Provence (OHP), Perkin-Elmer, Boller & Chivens e Zeiss do Observatório do Pico dos Dias (OPD). Essas observações fazem parte de 2 bancos de dados com mais de 100 mil imagens (27 mil no OHP e 88 mil no OPD) e cobre um grande

período de tempo (1997-2008 para o OHP e 1992-2012 para o OPD), tendo assim posições de períodos orbitais diferentes para os satélites estudados.

Essas posições serão utilizadas em novas integrações numéricas gerando órbitas mais precisas para esses objetos. Isso implica na confecção de novas efemérides, mais precisas, possibilitando previsões de ocultações com maior confiabilidade, nos moldes de como vem sendo realizado pelo grupo para TNOs.

No Capítulo 2 são apresentados os telescópios e as observações utilizadas. A seguir, no Capítulo 3, é descrita a metodologia empregada na redução dos dados. Os resultados obtidos são mostrados no Capítulo 4. No Capítulo 5 são discutidos os resultados e, por fim, as conclusões são apresentadas no Capítulo 6.

2 Observações

2.1 Programa OHP

Para a melhoria das efemérides dos satélites planetários e para a compreensão da dinâmica do Sistema Solar, foram realizadas campanhas de observações astrométricas no *Observatoire Haute-Provence*, em particular para os satélites irregulares de Júpiter e Saturno, objetos então (e ainda agora) pouco observados e mal conhecidos.

Um banco de dados com mais de 24000 (vinte e quatro mil) imagens foi obtido no período de 1998 a 2008. Essa grande quantidade de imagens só pôde ser reduzida agora graças à disponibilidade do PRAIA.

As imagens foram gentilmente cedidas pelo Dr. Jean-Eudes Arlot do Observatoire de Paris/France para o grupo de astrometria do Rio. Como essas observações compreendem uma larga base de tempo com muitas imagens, o conjunto de posições precisas que foram obtidas contribuirá significativamente para a melhoria das efemérides destes satélites, de forma independente das medidas indiretas oriundas de sondas.

A característica principal desse banco de dados é que as imagens são homogêneas. Todas as observações foram feitas em apenas um telescópio, utilizando apenas uma câmera e nenhum filtro. A escala de pixel, portanto, é a mesma para todas as imagens.

2.1.1 Telescópio 1.2m

O telescópio de 1.2m (de origem parisiense, construído em 1875), o primeiro a ser instalado em Saint Michel, entrou em serviço em 1943. Tem focal $f/6$ e o seu foco newtoniano. Sua distância focal é de 7.20 metros, o que corresponde a uma escala de placa de $35 \mu\text{m}$ por segundo de arco. Uma câmera CCD para imagem direta está montada em permanência no foco Newtoniano. Um conjunto ocular especial foi construído em 1988 para receber o criostato com o CCD. Este conjunto contém uma roda de filtros de 6 posições, um obturador e um sistema de guiagem automática. Todas as funções do conjunto ocular e do CCD são controladas por computador localizado na sala de controle.

Apenas a operação do telescópio e a rotação da cúpula necessitam da presença de uma pessoa. (Tradução livre do site oficial: <http://www.obs-hp.fr/guide/camera-120/camera-120.shtml>).¹

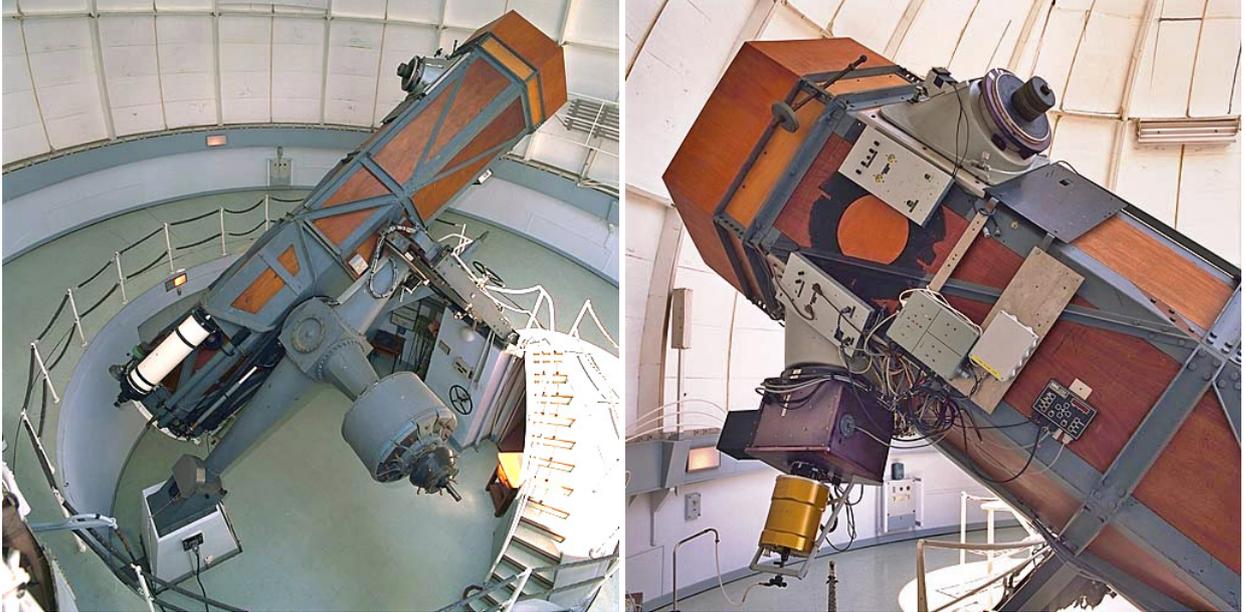


Figura 2.1: Fotos do Telescópio 1m20 do Observatoire Haute-Provence

Uma câmera CCD Tektronix está disponível no telescópio 1.2m desde 12 de Janeiro de 1996. Esta câmera utiliza um detector CCD 1024x1024 de SITE (TK1024 #2) afinado e tratado com uma camada anti-reflexo otimizada para os comprimentos de onda correspondentes ao visível. O tamanho dos pixels é de $24\mu\text{m}$, que dá $0.69''$ no céu. O campo do CCD é de $11.8' \times 11.8'$. A eficiência quântica do TK1024 é 70% à 4000\AA , 80% à 7000\AA e 45% à 9000\AA . O detector é pilotado por um controlador tipo ESO.¹

O ruído de leitura é de 6.8 e- para uma leitura lenta (em 115 sec) e de 8.5 e- para uma leitura rápida (em 75 sec). O ganho recomendado é 3.5 e-/ADU. A saturação numérica é de 65537 ADU. A linearidade do CCD foi medida e é melhor que $\pm 0.7\%$ no intervalo até 60000 ADU.¹

A roda de filtros no conjunto ocular permite receber 6 filtros redondos de 50 mm de diâmetro e de 10.5 mm de espessura máxima. Filtros de banda larga (U'; Cousins B, V, R; Gunn u, v, g, r, i, z) e filtros de interferência estreitas, centrados nos raios de emissão de interesse geral, estão disponíveis. No nosso banco de dados não foi utilizado nenhum filtro.¹

¹Tradução livre do site oficial: <http://www.obs-hp.fr/guide/camera-120/camera-120.shtml>

Um setor do obturador fornece uma iluminação constante sobre todo o CCD, mesmo para tempo de exposição curto. O tempo de exposição efetivo é preciso próximo à 0.05 segundos. O tempo de abertura/fechamento é de 0.16 segundos.¹

A aquisição se faz via uma estação de trabalho Unix com a ajuda de um programa interativo e amigável (LIDO). Duas telas constituem o posto de observação. Diferentes menus guiam o usuário durante seu trabalho e permitem uma exploração completa do CCD (janelas, exposições fracionadas, ciclos de poses automáticas, etc). A visualização e o pré-tratamento se fazem na outra tela. SAOimage e MIDAS estão disponíveis. As imagens brutas resultantes da câmera são escritas no disco em formato FITS e arquivadas.¹

O controle do conjunto ocular e da câmera CCD são feitas com a ajuda de LIDO. O programa permite girar a roda de filtros, iniciar e interromper uma exposição do céu, encurtá-la ou de prolongá-la ao longo do tempo de exposição especificada inicialmente, fazer os bias e flats, abrir ou fechar o obturador em caso de urgente necessidade e permite fazer as poses "fragmentadas" para o apontamento. Ele permite também preparar e lançar séries de poses em diferentes filtros. O tempo morto entre duas poses consecutivas varia segundo o modo de leitura utilizado. Cada imagem obtida é escrita em dois discos diferentes. Uma cópia é disponibilizada para o pré-processamento e a outra é destinada para backup.¹

2.1.2 Observações

Dos 24 mil campos reduzidos, o PRAIA efetivamente identificou 3158 imagens CCD úteis de satélites. A Figura 2.2 ilustra a quantidade de imagens encontradas para cada satélite:

¹Tradução livre do site oficial: <http://www.obs-hp.fr/guide/camera-120/camera-120.shtml>

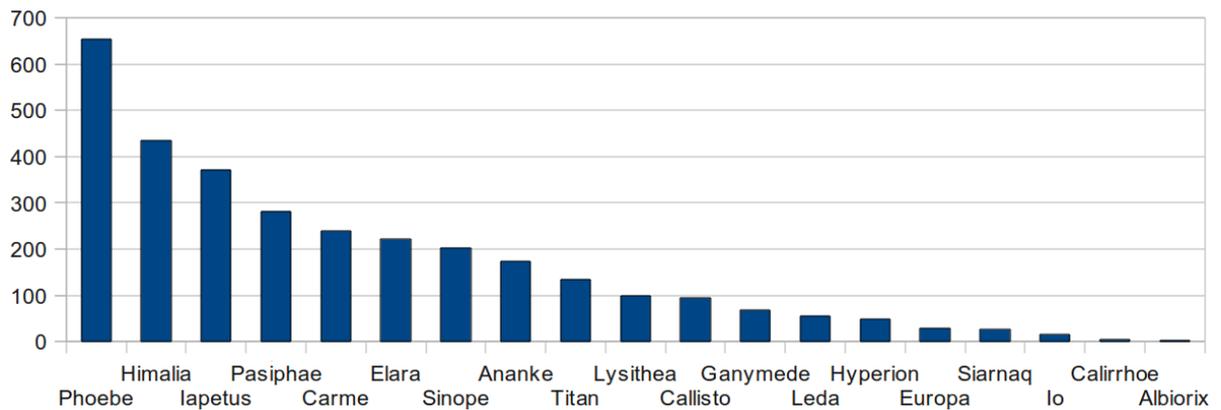


Figura 2.2: Gráfico do Número de Observações por Satélite

Agrupamos esses satélites em 3 conjuntos:

- Satélites Externos de Saturno e Júpiter: englobam os satélites irregulares cujas órbitas podem ser melhoradas com o nosso trabalho;
- Satélites Principais: são os maiores satélites, conhecidos há mais de 300 anos e que tem suas órbitas melhor conhecidas. Devido a todas as observações terem sido feitas sem filtro e à proximidade dos satélites ao planeta, esses objetos não foram aproveitados para estudo comparativo da precisão astrométrica dos satélites externos;

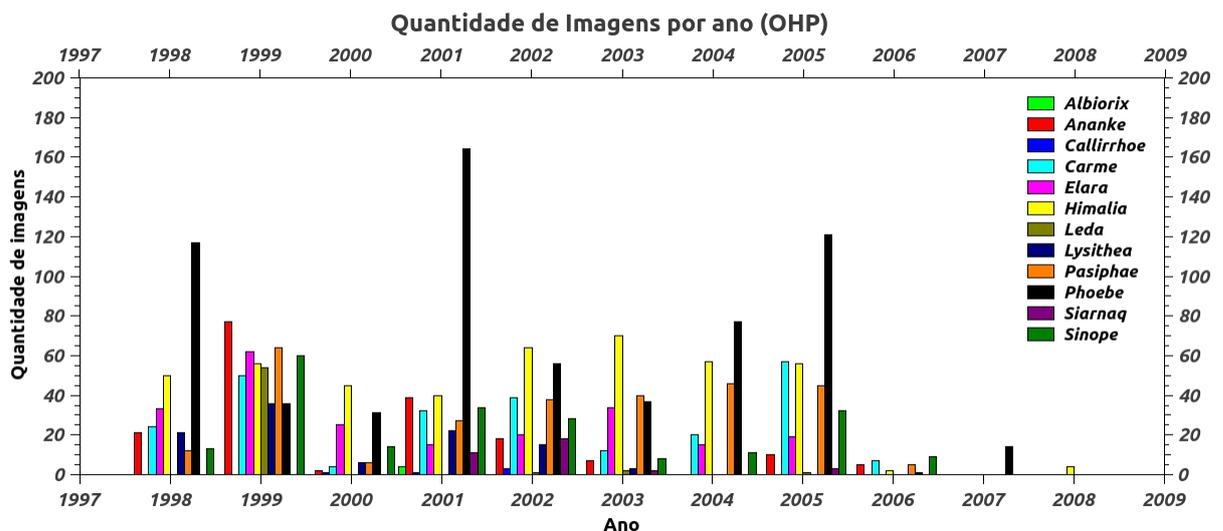


Figura 2.3: Número de imagens feitas para cada satélite ano a ano.

- Satélites Raros: são os satélites com brilho mais fraco, difíceis de serem observados, Albiorix, Callirrhoe e Siarnaq, cujas magnitudes são 20.5, 20.7, e 20.1, respectiva-

mente. Os resultados do nosso trabalho trarão valiosa contribuição para a determinação da órbita desses satélites.

Na Fig. 2.3 é mostrada a distribuição do número de observações por ano para cada satélite de Júpiter e Saturno. As observações foram descontinuadas em 2008 pois Júpiter estava muito baixo no céu do OHP.

A identificação das imagens dos satélites irregulares, dentre os outros alvos observados no programa do OHP, está descrita na Seção 3.4.4.

2.2 Programa LNA

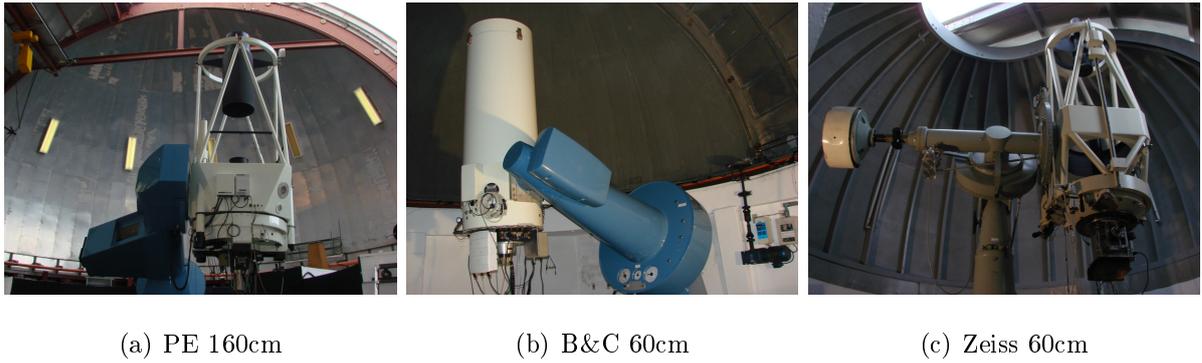
Assim como para o OHP, foram adquiridas no OPD/LNA diversas imagens com objetivos astrométricos. Muitos objetos foram observados como quasares, cometas, asteroides, planetas, entre outros, inclusive alguns dos satélites irregulares mais brilhantes.

Essas imagens compreendem uma base de tempo de mais de 20 anos (1992-2012) e estão compilados em um banco de dados com mais de 80 mil imagens.

Juntamente com o banco de dados do OHP, eles contêm uma quantidade de posições para os satélites irregulares comparáveis à quantidade utilizada para a integração orbital atual (ver Cap. 5) e poderão melhorar em muito as próximas efemérides.

2.2.1 Telescópios PE, B&C e Zeiss

Entre os municípios de Brazópolis e Piranguçu, em Minas Gerais, encontra-se o Observatório do Pico dos Dias, OPD (Longitude: $-45^{\circ} 34' 57''$, Latitude: $-22^{\circ} 32' 04''$, Altitude: 1864m), gerenciado pelo Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA/MCTI) do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação, com sede em Itajuba, MG. No OPD estão localizados três telescópios, os quais foram utilizados na observação das imagens do banco de dados do OPD. São eles os telescópios Perkin-Elmer (Fig. 2.4(a)), Boller & Chivens (Fig. 2.4(b)) e Zeiss (Fig. 2.4(c)).



(a) PE 160cm

(b) B&C 60cm

(c) Zeiss 60cm

Figura 2.4: Fotos dos Telescópios do Observatório do Pico dos Dias (<http://www.lna.br/opd/telescop/telescop.html>)

Os telescópios PE e B&C possuem apontamento automático, porém o apontamento do Zeiss é manual. Devido a isso, o Zeiss é o telescópio menos concorrido, e, portanto, foi bastante utilizado pelo Grupo de Astrometria do Rio. Sendo que seu apontamento é manual, ele não possui nenhum bloqueio em altura, podendo ser utilizado para observações de eventos próximos ao horizonte. Contudo, seu acompanhamento sideral deixa a desejar, de forma que a exposição de objetos fracos, que exigem integração mais longa, não pode ser obtida com a qualidade desejada.

O principal telescópio do OPD é o PE e está em funcionamento desde 1981. Seu projeto ótico é do tipo Ritchey-Chrétien e é o único que faz observações espectroscópicas fazendo uso de um espectrógrafo Cassegrain, Coudé ou IFU. O limite de altura para observação com esse telescópio é de 30° . (<http://www.lna.br/opd/telescop/telescop.html>).

O telescópio mais utilizado neste programa foi o 0.6m Boller & Chivens que foi doado pelo IAG e instalado no OPD em 1992. O software de apontamento é uma adaptação do programa desenvolvido para o telescópio Perkin-Elmer. Ele é muito importante para o projeto, pois a maior parte das observações feitas para os satélites irregulares foram feitas utilizando este telescópio.

Na tabela 2.1 se encontram as características dos telescópios do OPD.

Todas as imagens aqui tratadas foram obtidas por imageamento direto, feitas para astrometria. Nenhuma observação com espectrógrafo ou imagens para curva de luz foram utilizadas.

Detalhes das várias configurações instrumentais de detectores e de filtros dos telescópios do OPD podem ser encontrados no site do OPD (<http://www.lna.br/opd/instrum/instr.html>). Quando pertinente ao trabalho, são citados ao longo do texto e no

Apêndice A.

	Perkin-Elmer	Boller & Chivens	Zeiss
Sist. Ótico	Ritchey-Chrétien	Ritchey-Chrétien	Cassegrain
Diâm. do Espelho Primário (cm)	157,4	60,9	60,0
Diâm. do Espelho Secundário (cm)	47,0	16,6	18,3
Escala de Placa ("/mm)	13,09	25,09	27,5
Distância Focal (mm)	15.752	8.222	7.500
Razão Focal	f/10	f/13,49	f/12,5

Tabela 2.1: Características dos Telescópios do OPD

2.2.2 Observações

Foram adquiridos entre os anos de 1992 e 2012 quase 90 mil imagens FITS. Nesse período diversas câmeras foram utilizadas acompanhadas de diversos filtros (incluindo um filtro de Metano, muito utilizado para imagear Júpiter, Saturno e seus satélites principais). Muitas observações foram feitas objetivando o levantamento de curvas de luz de asteroides (incluindo fenômenos mútuos de asteroides binários) e de TNOs (principalmente ocultações estelares). Além disso, algumas observações de objetos mais fracos foram feitas com CCDs binados, podendo haver noites que tenham imagens com binagens diferentes. Um cuidado teve que ser tomado para diferenciar imagens que estavam binadas daquelas que estavam apenas seccionadas.

Ao longo desse tempo, muitos pesquisadores fizeram as observações, de forma que os nomes das imagens e as informações contidas em seus headers não fossem padronizados. Assim, diferentemente do banco de dados do OHP, a base de dados do OPD é heterogênea. Uma tabela detalhada com as características observacionais de cada noite (telescópio, câmera, escala de placa e filtros utilizados) pode ser encontrada no Anexo A.

Nesse contexto, os headers de muitas imagens, principalmente as mais antigas, continham informações erradas ou faltavam informações. Um exemplo é falta de informação sobre o filtro utilizado. Isso dificulta a redução fotométrica (ver Seção 3.3), uma vez que a correção de flat-field é feita segundo o filtro utilizado.

Em certas imagens, as coordenadas (α e δ) não estavam disponíveis ou seus instantes de tempo estavam errados. O ano ou dia não eram condizentes com o registro

das noites ou a hora se referia a um período diurno. Corrigir a hora das observações não foi possível pois nessas noites os instantes de todas as observações não permitiam uma correção exata do instante de tempo e essa é uma informação muito importante.

Para corrigir o ano e o dia das observações, partiu-se do princípio que o instante de tempo estava correto e que o registro das observações estivesse com a data correta. A substituição foi feita utilizando uma tarefa desenvolvida para esse propósito e que faz parte do pacote PRAIA (ver seção 3.4).

A correção das coordenadas foi feita substituindo a informação dada no arquivo FITS pelas coordenadas da efeméride. No intuito de evitar que uma coordenada errada nos headers passasse despercebida, essa substituição foi feita para todas as imagens. Se a imagem contiver o satélite, a redução será bem sucedida, mesmo que ele não esteja no centro do campo. Essa operação foi repetida para todos os satélites desejados.

Uma outra informação essencial é a escala de pixel. Ela depende da ótica do telescópio, da câmera utilizada e da binagem do CCD. Essa informação não é salva no header das imagens e, portanto, teve de ser procurada em reduções anteriores. Para encontrar as escalas de pixel das noites que não tinham nenhum registro de redução foi criada uma nova task, que faz parte do PRAIA, que busca a escala de pixel da imagem, dada a coordenada da imagem, um catálogo e uma faixa de valores de escala de pixel.

Por fim, também por meio do PRAIA, as imagens que continham os satélites desejados foram identificadas e suas posições obtidas. Mais detalhes dessa operação serão descritos na Seção 3.4.4

A Fig 2.5 mostra a quantidade de imagens encontradas para cada satélite por telescópio. Devido ao seu maior diâmetro e escala de pixel favorável, todos os satélites desse programa foram observados pelo Perkin-Elmer, porém a maior quantidade de observações, principalmente para os mais brilhantes, deve-se ao Boller & Chivens.

A Fig 2.6 mostra a quantidade de observações feitas para cada satélite por ano de observação. É possível observar que há pouca quantidade de imagens entre 1998 e 2004 que se deve ao Perkin-Elmer ser utilizado nesse período para o desenvolvimento de um coronógrafo instrumental para a observação dos satélites principais de Urano e Netuno ([Vieira-Martins et al., 2004]). Por outro lado, o uso efetivo do telescópio Boller & Chivens para satélites irregulares só começa a partir de 2004. Detalhes noite a noite das observações podem ser encontradas no Apêndice C.

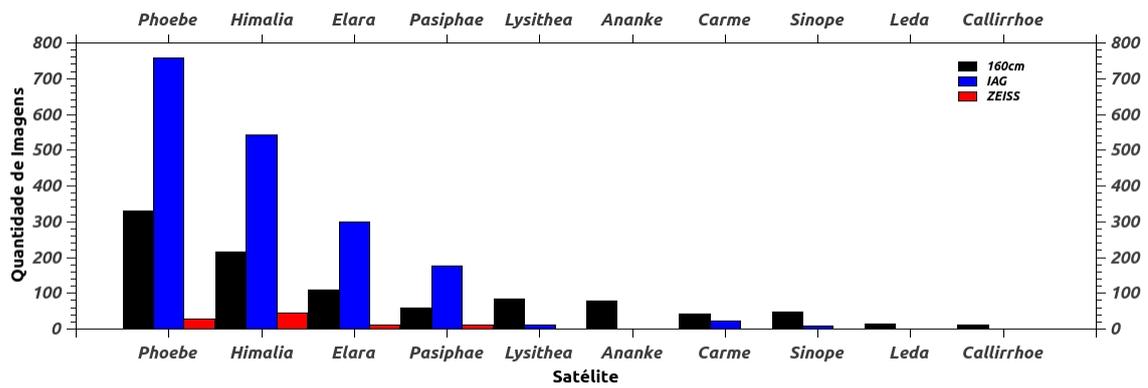


Figura 2.5: Quantidade Total de Imagens por Satélite observados no OPD

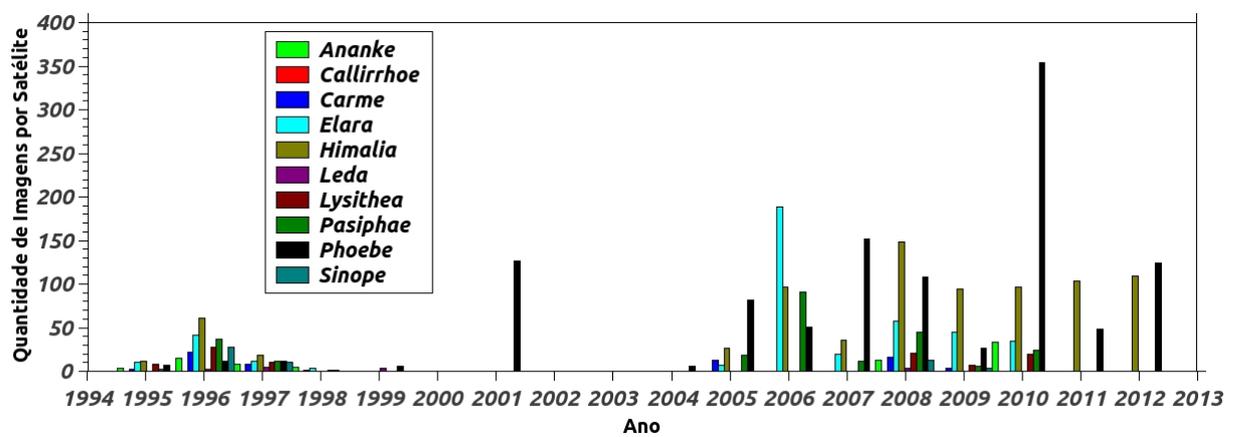


Figura 2.6: Quantidade de Imagens por Satélites observados no OPD a cada ano

3 Tratamento de Imagens. Obtenção de Posições (α, δ)

3.1 Efemérides

Uma efeméride de um dado corpo em movimento orbital é uma tabela de suas posições e velocidades calculadas em instantes específicos.¹

Efemérides de alta precisão para corpos do Sistema Solar estão disponíveis online usando o sistema HORIZONS do JPL. O sistema HORIZONS pode também ser usado para saída de efemérides na forma de elementos orbitais osculadores e/ou vetores de estado (posição e velocidade).

Profissionais que necessitam de efemérides de alta precisão dispõem de um software de dados de efemérides (no formato bsp) e de um kit de softwares necessários para ler esses arquivos do site NAIF (Navigation and Ancillary Information Facility) do JPL. Arquivos SPK para efemérides planetárias e satélites planetários estão disponíveis no NAIF. Esses "kernels" e softwares como SOFA e SLALIB foram usados no presente trabalho (Camargo 2013, com. priv.).

As efemérides utilizadas neste trabalhos estavam atualizadas para Dezembro de 2013 sendo elas JUP300 para os satélites Jovianos, SAT359 para Hyperion, Iapetus e Phoebe e SAT361 para Albiorix e Siarnaq.

3.2 UCAC4

O Catálogo UCAC4 (USNO CCD Astrograph Catalogue, 4th version) foi lançado na XXVIII Assembleia Geral da IAU realizada na China em 2012, e veio em substituição ao catálogo UCAC3. O UCAC4 foi o catálogo de referência usado em todas as reduções de posição em nosso trabalho, e representa o referencial fundamental ICRS (International Celestial Reference System, [Arias et al., 1995]). O UCAC4 é um catálogo astrométrico que cobre todo o céu com 113.780.093 objetos até a magnitude 16 no sistema

¹<http://ssd.jpl.nasa.gov/?glossary>

instrumental, que é próximo a magnitudes da banda R. [Zacharias et al., 2013]

Em relação ao UCAC3, o UCAC4 corrigiu falhas como múltiplas entradas, estrelas faltantes e equações de correção de magnitude para corrigir erros sistemáticos. Foi adicionada fotometria do APASS DR6 nas bandas B, V, g, r e i que foram utilizadas para calibrar as magnitudes instrumentais do UCAC. Foram adicionadas estrelas brilhantes dos catálogos FK6, Hipparcos e Tycho-2.

O UCAC foi um programa observacional que fez uso do Astrógrafo Duplo do U.S. Naval Observatory (USNO) de 1998 à 2004 e uma câmera CCD de 4k por 4k, cobrindo cerca de um grau quadrado por campo com uma escala de 0,9"/pixel. Cada campo foi observado com exposições longas (cerca de 125 segundos) e curtas (cerca de 25 segundos). Além do mais, cada estrela deveria aparecer em pelo menos 2 exposições diferentes, sendo que estrelas com magnitudes intermediárias (entre 10 e 14) deveriam aparecer em 4 imagens.

Para obter os movimentos próprios apresentados pelo UCAC4, foram utilizados o Catálogo Astrográfico AC2000.2, dados não publicados de mais de 5000 placas astrográficas medidas com o StarScan, dados do NPM (Lick Observatory Northern Proper Motion) e do SPM (Yale-San Juan Southern Proper Motion). Para estrelas com alto movimento próprio foram utilizados os Catálogos LSPM-North para o hemisfério norte e o NLTT (New Luyten Catalogue of Stars with Proper Motions Larger than Two Tenths of an Arcsecond) para o hemisfério Sul.

Movimentos Próprios foram tomados como zero quando havia falha na solução para o movimento próprio ou quando apresentava erros grandes (≥ 500 mas, ≥ 50 mas/ano), quando movimento próprio era maior que 500 mas/ano em uma das componentes, quando a época média derivada era anterior a 1947 ou quando a diferença entre a posição média do catálogo e a posição média do CCD era ≥ 3 arcsec.

A distribuição de erros de posição na época média das estrelas do UCAC4 tem um pico em 18 mas, sendo que variam de 15 a 100 mas dependendo da magnitude. Já a distribuição de erros em movimento próprio tem um pico em 4 mas/ano.

3.3 Redução de Bias e Flats

A calibração fotométrica das imagens foi feita com a utilização do pacote IRAF (Image Reductions and Analysis Facility) que é uma coleção de softwares voltados para a

redução e análise de dados astronômicos [Tody, 1993]. É um projeto originado e mantido pelo National Optical Astronomy Observatory (NOAO). Ele foi primeiramente usado em distribuições Linux, mas agora é acessível a todos os principais sistemas operacionais.

Os comandos do IRAF são organizados em estruturas de pacotes. Pacotes adicionais podem ser inseridos ao IRAF. Os pacotes de redução de bias e flats já vem na instalação do sistema e são de fácil utilização.

Todas as imagens foram calibradas de bias e flatfields com o pacote IRAF, previamente ao processamento astrométrico. Algumas poucas noites não foram calibradas devido à ausência imagens de bias e flatfields.

Bias ou imagens de zero são imagens com tempo de exposição de 0 (zero) segundos e 0 (zero) fótons contados. O número de contagens gravadas para cada pixel da imagem é atribuída à tensão de corrente contínua mantida na eletrônica da câmera para influenciar os semicondutores e conservar o sinal detectado pelo conversor analógico-digital. Essa contagem registrada em cada pixel da imagem representa a base sobre a qual a contagem nas imagens de ciência se acumula. Ele não representa carga acumulada no chip.²

A calibração de bias é feita pela sua subtração de todas as imagens de ciência e flats. Essa operação deve ser a primeira a ser feita, uma vez que corresponde ao erro mais básico, presente em todas as imagens e só depende da câmera.

Flatfield é a resposta do detector a uma fonte que ilumina uniformemente o CCD. Isso normalmente é feito expondo o chip a uma tela iluminada por um projetor de lâmpada. Se a sensibilidade de cada pixel for idêntica, e não houver outros efeitos, o flatfield terá valor constante. Porém, pixels diferentes têm diferentes eficiências quânticas devido a pequenas variações estruturais no CCD. Filtros ou outros elementos no caminho ótico do instrumento, como resíduos, também podem gerar variações.

O flatfield mede as variações de sensibilidade resultante pixel a pixel. Ao contrário da correção de bias, que foi aditiva, a correção de flatfield é multiplicativa. Portanto as imagens de ciência devem ser divididas pelo flatfield. Essa operação procura tornar plana a sensibilidade do CCD.

A redução no banco de dados do OHP foi mais rápida, uma vez que todo o banco era homogêneo. Já para o banco de dados do OPD, algumas noites tinham mais de uma binagem, mais de um tamanho de campo e mais de um filtro e as reduções de bias e

²<http://www.phys.unm.edu/~cpo/html/twhtml/iraf>

flats são sensíveis a esses casos. É importante ter a certeza de que cada pixel da imagem de ciência seja corrigido pelo seu correspondente das imagens de bias e flat.

3.4 O pacote de tratamento e redução de dados PRAIA

O PRAIA (Pacote de Redução Automática de Imagens Astronômicas) é um pacote de softwares criado pelo Professor Dr. Marcelo Assafin com a colaboração de outros pesquisadores do grupo de Astrometria do Rio de Janeiro. Foi o pacote utilizado neste trabalho para o tratamento das imagens e para a obtenção das posições observadas (α , δ) dos satélites. A seguir, descreveremos as características e as tarefas do pacote, utilizadas no trabalho.

Um fator importante do trabalho está na utilidade estatística de se usar uma base de dados com um número extremamente elevado de observações (imagens). Esta é a maneira pela qual os efeitos atmosféricos de turbulência e extinção são efetivamente alisados e as informações de posição e de brilho são corretamente extraídas das imagens CCD.

O tratamento astrométrico e fotométrico do PRAIA é capaz de lidar com uma imensa quantidade de dados de forma rápida, sendo capaz de obter a qualidade necessária para atingir os objetivos científicos dos programas observacionais em tempo recorde de processamento. As implementações incorporadas no software refletem experiência de mais de 20 anos de atuação na área da redução astrométrica e fotométrica de imagens astronômicas digitalizadas. Os aspectos principais do pacote são dados a seguir.

1. Portabilidade: Roda em Linux ou Windows, foi desenvolvido inteiramente em FORTRAN 77, sem interfaces gráficas iterativas, e atua em imagens digitalizadas no formato padrão FITS.
2. Flexibilidade: Cada módulo do programa, da astrometria à fotometria, pode ser livremente adaptado e/ou desenvolvido, independentemente dos demais.
3. Automatização: Os programas foram desenvolvidos de forma que todos os parâmetros astrométricos e fotométricos sejam automaticamente calculados a partir do tratamento das imagens, com um mínimo de acesso às informações dos cabeçalhos FITS. As informações nos cabeçalhos são listadas e podem ser editadas. Ao usuário, cabe

basicamente o preenchimento de nomes de arquivos de entrada e de saída de resultados. Também são preenchidos informações de controle como erros, modelos polinomiais desejados, etc. Não há qualquer interação do usuário com os programas durante o processo. A identificação de objetos no campo, ajustes de medidas (x,y), redução de posições e determinação de magnitudes instrumentais (e erros) é totalmente automatizada. O usuário pode controlar os níveis de tolerância de seeing, escala, erros de reconhecimento de estrelas de catálogo e de alvos, e erros de eliminação de estrelas de referência nos ajustes de posição.

4. Velocidade: O processamento em um Intel 3.4GHz com 2GB de RAM é de 40 campos/hora para imagens de 1000x1000 pixels com milhares de estrelas e manipulação dos catálogos UCAC2, UCAC4 e 2MASS, além da possibilidade de uso de um catálogo alternativo, que pode ter sido feito pelo próprio usuário, a partir de reduções astrométricas anteriores. Essa velocidade abre a possibilidade de processamento em tempo real, junto ao telescópio.
5. Precisão e Acurácia: foram implementados algoritmos de identificação rápida e eficiente de objetos nas imagens, via pesquisa de máximos locais, demarcação de perímetro por histograma de contagens e comparação com fundo de céu. Esse procedimento é particularmente eficiente como deblending de objetos superpostos. Máscaras para eliminar pixels ruins podem ser utilizadas. A porcentagem máxima de identificações espúrias fica tipicamente abaixo de 0,5%, frequentemente indo virtualmente a zero. As medidas são feitas utilizando ajustes Gaussianos bidimensionais, com técnicas de trimming em 1 FWHM (largura a meia altura). Os campos são reduzidos em relação aos catálogos UCAC4, UCAC2 e 2MASS. Há eliminação de estrelas outliers, uma a uma, nas reduções polinomiais. É usada a técnica de correção de catálogo no plano tangente [Assafin et al., 1997] para o 2MASS, associada a correção de Apex e rotação Galática local, via cálculo de movimento próprio médio com estrelas UCAC4 comuns.
6. Extração automática de Efemérides: As efemérides de qualquer corpo do Sistema Solar são automaticamente extraídas para a data e região observada, e as diferenças de posição entre as efemérides e a posição ótica reduzida são registrados automaticamente para análise posterior.

Há ainda o cálculo de magnitudes instrumentais via fotometria de abertura e PSF, calculando-se o ponto zero em relação ao sistema fotométrico do catálogo de referência, como o 2MASS, UCAC2 ou o UCAC4 (o ponto zero pode ser re-definido). A magnitude do fundo de céu também é calculada. A FWHM das estrelas (seeing) é calculada automaticamente, sendo dados valores individuais por estrela, e valores médios, com as respectivas incertezas.

Todas as informações fotométricas e astrométricas da redução, para todos os catálogos, e para cada campo, são guardadas em arquivos de dados. Também são gerados arquivos listando as estatísticas gerais de todos os campos. Os arquivos são de fácil manuseio nas tarefas de análise numérica e gráfica dos resultados. Além das posições obtidas, listam-se os parâmetros Gaussianos dos ajustes de cada estrela, os erros de medida em (x,y) e em posição, número de estrelas de referência, movimentos próprios, época da observação, magnitudes UCAC2, UCAC4, 2MASS, magnitudes instrumentais, informações da observação (filtros usados, tempo de exposição, etc). Em particular, são listados em arquivos separados os dados pertinentes aos alvos identificados nos campos, incluindo-se as diferenças de posição entre os (α,δ) observados reduzidos com UCAC2, UCAC4 e 2MASS e as coordenadas de referência fornecidas previamente pelo usuário em arquivo (efeméride, catálogo, etc.), chamados de offsets.

Um esquema ilustrativo do PRAIA é mostrado na Fig 3.1. A descrição de cada etapa está descrito nas subseções 3.4.1 à 3.4.4

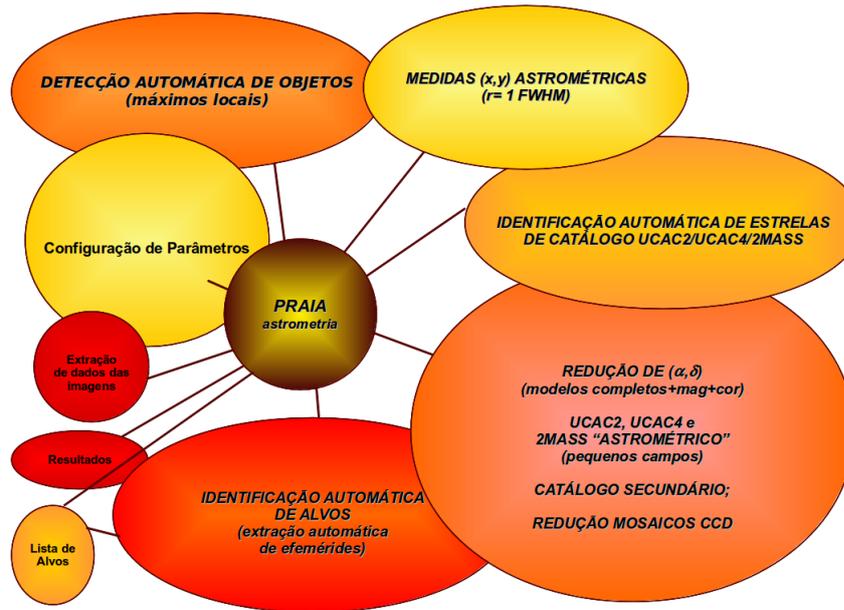


Figura 3.1: Esquema ilustrativo do pacote PRAIA: a sequência a ser seguida pelo PRAIA está no sentido horário, desde a extração dos dados das imagens, até a identificação dos alvos nos campos CCD e, conseqüentemente, a obtenção de resultados.

3.4.1 Extração de dados das Imagens

O PRAIA obtém as informações localizadas no header das imagens e disponibiliza em arquivos em um formato próprio, pronto para ser usado pelas outras partes do software. Esses arquivos de saída são tabelas organizadas em que o usuário pode ter uma noção geral e rápida de todo o banco de imagens.

Os arquivos podem ser editados de forma a corrigir ou atualizar as informações. Neles estão contidos dados como o centro (α, δ) das imagens, instante central da observação (em Data Juliana e em formato Gregoriano), tempo de exposição, filtro usado, nome do arquivo e nome do alvo.

3.4.2 Detecção Automática de objetos

A identificação dos objetos nos campos CCD é feita localizando-se os agrupamentos de pixels acima do fundo do céu que é previamente planejado (como nas correções de flatfield) segundo um modelo polinomial bivariado de grau n , com n podendo variar de zero (fundo constante) à 15. Constituem objetos identificados os conjuntos de pixels com contagem acima do fundo de céu superior a 2,5 vezes o erro quadrático médio do

ajuste polinomial (este valor de 2,5 pode ser alterado pelo usuário). O modelo de perfil de distribuição de luz ou Point Spread Function (PSF) das fontes usado pelo PRAIA é o da Gaussiana Simétrica que, segundo [Stone, 1989], fornece melhores determinações dos centros (x_c, y_c) , para várias condições de magnitudes e fundo de céu.

O fotocentro é determinado fazendo-se um ajuste um ajuste dessa Gaussiana com um fundo de céu plano. A equação da distribuição é dado por:

$$F = C + H \exp \frac{-1}{2} \left[\frac{(x - x_c)^2 + (y - y_c)^2}{s^2} \right] \quad (3.1)$$

onde H é a altura da Gaussiana, o s é o sigma da Gaussiana. Para encontrar os parâmetros da equação 3.1 é utilizado a técnica de mínimos quadrados não-linear, seguindo o Método de Marquardt [Bevington, 1969].

3.4.3 Identificação Automática de Estrelas de Catálogo

O PRAIA toma os pares de medidas (x, y) das N estrelas medidas mais brilhantes (N fornecido pelo usuário) e faz uma identificação cruzada com as coordenadas (X, Y) projetadas dos objetos mais brilhantes do catálogo utilizando mínimos quadrados com um modelo de 4 constantes, para corrigir escala, direção e origem do campo CCD. Mais estrelas comuns são então identificadas. Em seguida, usa-se um modelo mais completo para fazer o cruzamento, começando pelo polinômio de grau 1 indo até grau 3 (se houver um número suficiente de estrelas de referência), em um processo iterativo até que todas as estrelas de catálogo medidas no CCD sejam reconhecidas, automaticamente.

3.4.4 Identificação Automática dos Alvos

Foram geradas efemérides (posições α , δ teóricas) para 12 satélites, sendo 3 de Saturno e 9 de Júpiter para todos os instantes de observação das 24 mil imagens do OHP e das 80 mil imagens do OPD. Para isso foi utilizado o pacote NAIF fornecido pelo JPL. Foram utilizadas as teorias orbitais mais recentes (até Dezembro de 2013) de cada satélite.

Como o nosso banco de dados corresponde a um intervalo de tempo de 12 anos (1997-2008) para o OHP e 21 anos (1992-2012) para o OPD e em muitas noites eram observados vários astros, as informações extraídas dos cabeçalhos das imagens eram, muitas vezes, genéricas e incompletas. Não seria prática a inspeção visual das imagens para

selecionar os satélites objetivados neste trabalho. Por outro lado, o PRAIA tem a capacidade de detectar automaticamente os alvos fornecidos pelas suas efemérides. Assim, para se evitar a perda de imagens úteis, resolvemos trabalhar em cima do banco de dados completo. O PRAIA automaticamente detectou, dentre os 24 mil campos tratados do OHP, aqueles que efetivamente correspondiam a algum dos 12 satélites, pela comparação entre todas as coordenadas (α , δ) medidas de todos os objetos de todos os campos com as coordenadas extraídas das efemérides. Essa busca é feita dentro de um erro fornecido pelo usuário. Pode ser feita para qualquer número de alvos, mesmo que exista mais de um alvo numa mesma imagem.

Na redução do banco de dados do OPD, a abordagem foi diferente. Devido às imagens de algumas noites não terem as coordenadas em seus headers e à desconfiança sobre as coordenadas de imagens mais antigas, por serem de preenchimento manual, as coordenadas foram substituídas pelas coordenadas das efemérides. Uma nova tarefa do PRAIA foi desenvolvida para esse propósito e substituiu, para cada satélite, as coordenadas das imagens pela das efemérides. Assim, o PRAIA reduziu o banco de dados 12 vezes.

Para diminuir o tempo de redução, eliminando da lista imagens que provavelmente não são dos satélites alvos, foram impostas duas condições para que determinada imagem fosse reduzida. Primeiramente, o tempo de exposição devia ser maior que 15 segundos, pois todos os satélites irregulares não são brilhantes e requerem uma exposição maior que o determinado para observação com os satélites do OPD. Por último, dado que os instantes de tempo fossem confiáveis, a efeméride informa qual a altura (ou distância zenital) do satélite naquele instante. Os telescópios Perkin-Elmer e Boller & Chivens tem sua observação limitada a 30° de altura. De qualquer forma observações abaixo desse limite prejudicam a observação e redução astrométrica devido à refração cromática. Portanto, dado um instante de tempo, se o satélite estivesse abaixo de 30° de altura (dada pela efeméride), a imagem não foi reduzida.

3.5 Redução de α e δ

Utilizamos o pacote PRAIA para tratar todas as imagens e obter as posições observadas de todos os satélites identificados.

Usamos o catálogo UCAC4 como sistema de referência e o polinômio de grau

1 para relacionar as medidas (x,y) com as coordenadas de catálogo (X,Y) projetadas no plano tangente. A conversão entre coordenadas projetadas e posições (α, δ) é feita usando projeções gnomônicas. Estrelas de referência foram eliminadas uma a uma em um processo iterativo, até que nenhuma apresentasse resíduos de posição (O-C) maiores que 120 mas (equivalente a 2-3 vezes o erro do UCAC4).

3.5.1 OHP

Os erros das medidas (x,y) (erro do centro da curva gaussiana descrita na subseção 3.4.2 para as coordenadas α e δ , respectivamente) ficaram abaixo de 50 mas para os satélites de Júpiter, como mostra a Fig. 3.2. Tipicamente, para o OHP, foram utilizadas 17 estrelas UCAC4 por campo e o erro médio da redução de α e δ ficou em 48 mas em α e 49 mas em δ .

Como esperado, ocorre aumento significativo de pontos com erros em x e y mais altos para as magnitudes mais fracas. Os gráficos individuais por satélite estão no Apêndice B.

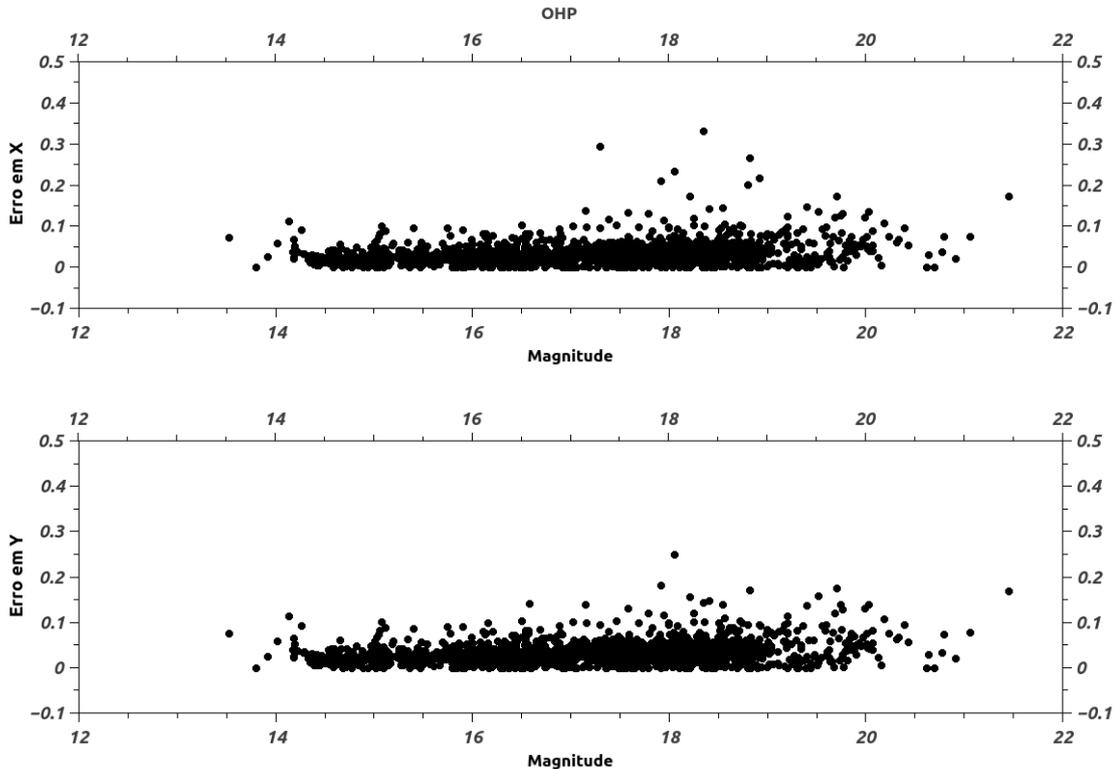


Figura 3.2: Erro (x,y) Por Magnitude dos Satélites de Júpiter para o OHP

Os offsets entre as posições observadas e as extraídas das efemérides foram

guardadas para cada satélite, e serão discutidas no capítulo de Resultados.

3.5.2 LNA

Assim como feito para os dados do OHP, foram obtidos os erros de medida (x,y) para os satélites do OPD. Nas Figs. 3.3, 3.4 e 3.5 estão os erros de (x,y) para todos os satélites de Júpiter para o Perkin-Elmer, o Boller & Chivens e o Zeiss, respectivamente.

Os erros de medida (x,y) para o Perkin-Elmer são, como esperado, menores para uma dada magnitude que os erros em (x,y) para o Boller & Chivens e o Zeiss. Os gráficos individuais por satélite podem ser encontrados no Apêndice B.

Foram utilizadas tipicamente 8 estrelas UCAC4 por campo nas observações com o Perkin-Elmer, 17 estrelas por campo com o Boller & Chivens e 93 estrelas por campo com o Zeiss. Essa diferença se deve principalmente ao campo de observação com o Perkin-Elmer ser menor que dos outros dois. O campo do Perkin-Elmer e do Zeiss são praticamente iguais, porém, como o apontamento do Zeiss é manual, ele era utilizado em campos densos ou com estrelas brilhantes para fácil identificação do campo.

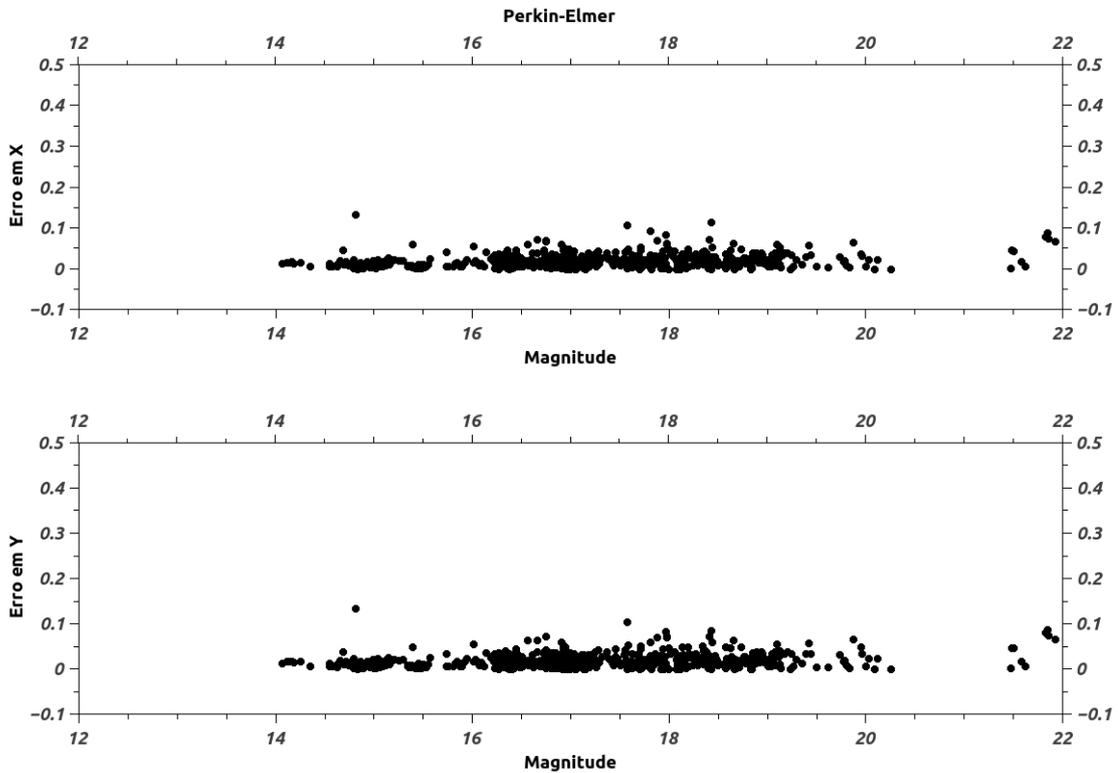


Figura 3.3: Erro em (x,y) Por Magnitude dos Satélites de Júpiter - Perkin-Elmer

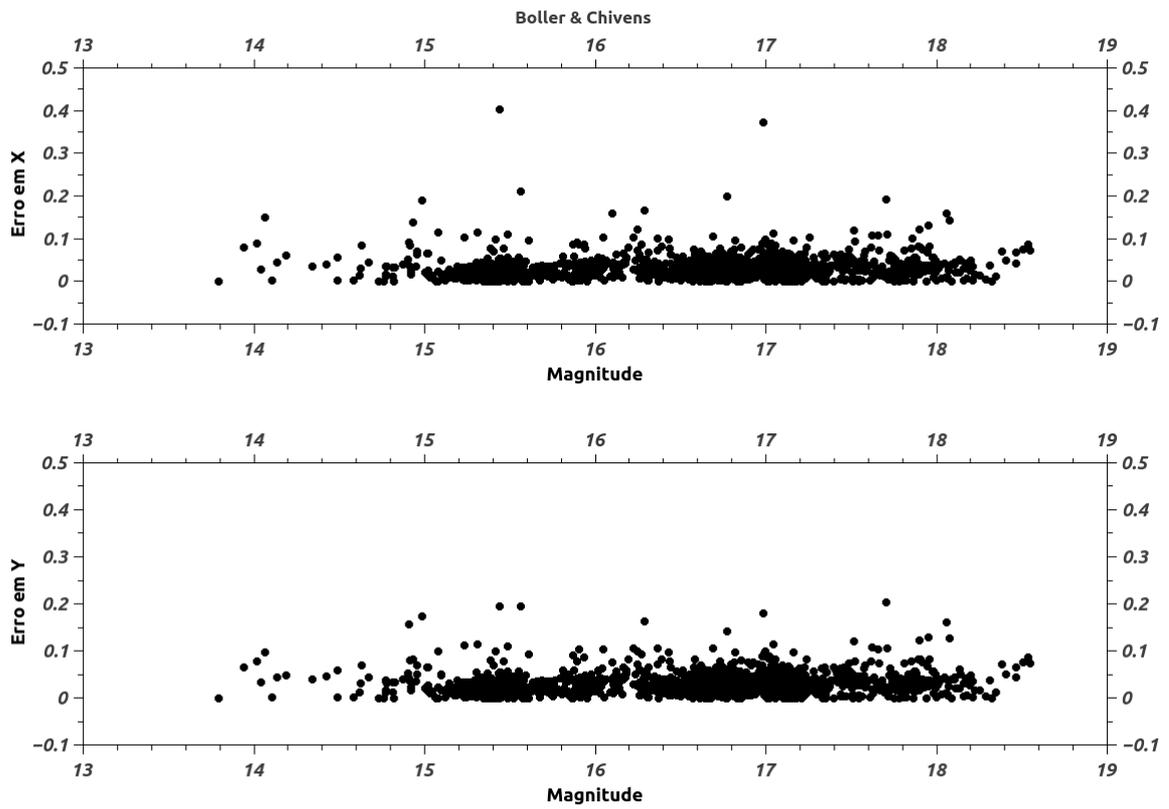


Figura 3.4: Erro em (x,y) Por Magnitude dos Satélites de Júpiter - Boller & Chivens

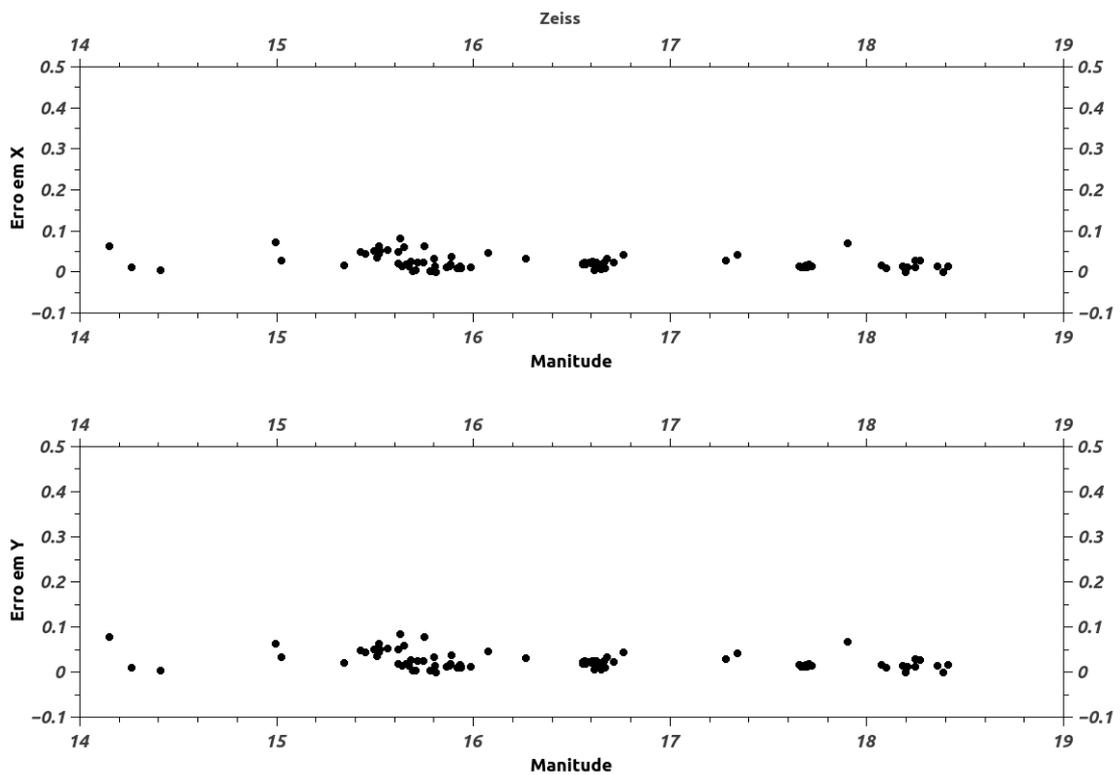


Figura 3.5: Erro em (x,y) Por Magnitude dos Satélites de Júpiter - Zeiss

O erro médio das posições obtido da redução dos (α, δ) ficou tipicamente em 50 mas em α e 48 mas em δ para o Perkin-Elmer, 56 mas em α e 54 mas em δ para o Boller & Chivens e 60 mas em α e 58 mas em δ para o Zeiss.

4 Resultados

Após a efetiva redução com o PRAIA, foram encontradas diversas posições dos satélites irregulares. Esse número é dado na tabela 4.1 juntamente com a quantidade de posições utilizadas nas efemérides atualizadas até 2012 ([Jacobson et al., 2012]). O Horizons não fornece o número de posições utilizadas em seus cálculos, porém é razoável que não seja muito diferente da publicada por [Jacobson et al., 2012].

É possível ver nessa tabela a importância de nossas observações, que chega em alguns casos (como por exemplo Himalia) a mais de 50% das posições atualmente utilizadas.

Satélite	Mag	OPD	OHP	OPD +OHP		[Jacobson et al., 2012]	
Ananke	18.8	70	179	249	1995-2010	600	1951-2011
Callirrhoe	20.6	9	5	14	2000-2010	95	1999-2011
Carme	17.8	62	245	307	1995-2009	973	1938-2011
Elara	16.6	349	223	572	1995-2010	1115	1905-2012
Himalia	14.6	645	444	1089	1995-2012	1757	1894-2012
Leda	20.1	12	58	70	1996-2008	178	1974-2011
Lysithea	18.3	80	103	183	1995-2010	431	1938-2011
Pasiphae	16.8	216	283	499	1995-2010	1629	1908-2012
Sinope	18.2	52	210	262	1996-2009	854	1914-2011
Albiorix	20.5	-	2	2	2001	137	2000-2012
Phoebe	16.4	937	582	1519	1995-2012	3479	1898-2011
Siarnaq	19.9	-	25	25	2001-2002	239	2000-2012

Tabela 4.1: Comparação da quantidade de posições obtidas com as utilizadas para gerar as atuais efemérides e intervalo entre as primeiras e últimas observações. Quantidade de posições das efemérides dada por [Jacobson et al., 2012]

4.1 OHP

Após a redução, foi feita uma estatística sobre os dados onde procurou-se eliminar posições discrepantes. Essa eliminação de medidas ruins foi feita utilizando uma tarefa do pacote PRAIA desenvolvida durante o projeto, que tem como objetivo fazer a estatística noite a noite e a eliminação de posições discrepantes. Procuram-se posições que estejam agrupadas dentro de um intervalo de 10 horas, que representa uma noite, tira-se as médias e as incertezas dos offsets em relação às efemérides, e elimina-se offsets fora dos limites escolhidos pelo usuário dado por um fator baseado no sigma da estatística e/ou em valor absoluto.

Foram eliminados offsets que excederam 120 mas (aproximadamente 2 a 3 vezes o erro médio das estrelas de catálogo) da média e que excederam a 2 vezes o sigma da estatística da noite. A eliminação é feita uma a uma e após cada eliminação, é tomada uma nova estatística da noite, e assim por diante, até que tudo esteja dentro dos limites escolhidos. As tabelas com os dados da eliminação estão no Apêndice C.

Sobre cada noite, também foram reunidas informações que dão uma visão geral dos resultados. Essas informações são dadas na Tabela 4.2 onde são fornecidos os números de imagens por satélite, a quantidade do noites observadas, a média e desvio padrão das diferenças entre as posições observada e da efeméride e a classificação do satélite. Classificamos os satélites como E (Externo) e R (Raro).

Infelizmente, ela é dependente da distribuição das noites da amostra sobre a órbita do objeto. Sendo assim, para objetos com poucas noites, a estatística não foi apresentada.

OHP									
Satélite	NI	NN	ME AR	DP AR	ME DEC	DP DEC	Mag	Ncat	TIPO
Ananke	179	28	18	112	-102	89	18,7	52	JE
Carme	245	38	13	121	-77	101	17,7	42	JE
Elara	223	35	13	80	-19	88	16,6	33	JE
Himalia	444	55	5	63	-11	82	15,1	44	JE
Leda	58	14	-16	243	-26	145	19,5	13	JE
Lysithea	103	18	-24	95	-66	56	18,0	56	JE
Pasiphae	283	41	-72	118	-96	92	17,2	35	JE
Sinope	210	36	-113	229	-54	100	18,2	40	JE

Callirrhoe	5	3	-	-	-	-	20,8	23	JR
Phoebe	582	73	0	34	4	38	16,3	48	SE
Albiorix	2	1	-	-	-	-	20,6	40	SR
Siarnaq	25	8	-57	48	-215	84	20,0	29	SR

Tabela 4.2: Estatística dos Satélites Reduzidos sobre as médias das noites já com eliminação de medidas ruins. NI: Número de Imagens; NN: Número de Noites; ME AR: Média dos offsets no sentido "posição PRAIA menos efeméride" em Ascensão Reta (mas); DP AR: Desvio Padrão em Ascensão Reta (mas); ME DEC: Média dos offsets em Declinação (mas); DP DEC: Desvio Padrão em Declinação (mas); Mag: magnitude aparente média, aproximadamente R de Johnson; Ncat: Número médio de estrelas de catálogo; A última coluna é o tipo: Júpiter Externo (JE), Júpiter Raro (JR), Saturno Externo (SE) e Saturno Raro (SR).

Na figura 4.1 temos os gráficos de "offset de efeméride" em mili-segundos de arco contra magnitude. Para cada satélite é possível ter imagens com magnitudes distintas devido principalmente à variação de distância entre o satélite e a Terra, resultante do movimento orbital do satélite em volta do planeta, do planeta ao redor do Sol e da Terra ao redor do Sol. Esses gráficos devem nos dar uma ideia se os resultados equivalem a uma boa redução astrométrica, onde offsets para maiores magnitudes devem ter valores maiores do que os de menores magnitudes.

Isso é de fato confirmado na Figura 4.1 onde os offsets tendem a se espalhar mais para as magnitudes mais fracas, refletindo o erro natural da astrometria e o erro das efemérides dos satélites mais fracos. A diferença entre os tempos de exposição, estrelas usadas na redução, números de estrelas da redução, refração cromática e condições de céu também podem gerar variações na magnitude instrumental calculada e na posição do objeto.

4.2 LNA

Assim como feito para o OHP, dados também foram levantados em relação aos resultados do LNA. As informações foram separadas por telescópio, mesmo que em

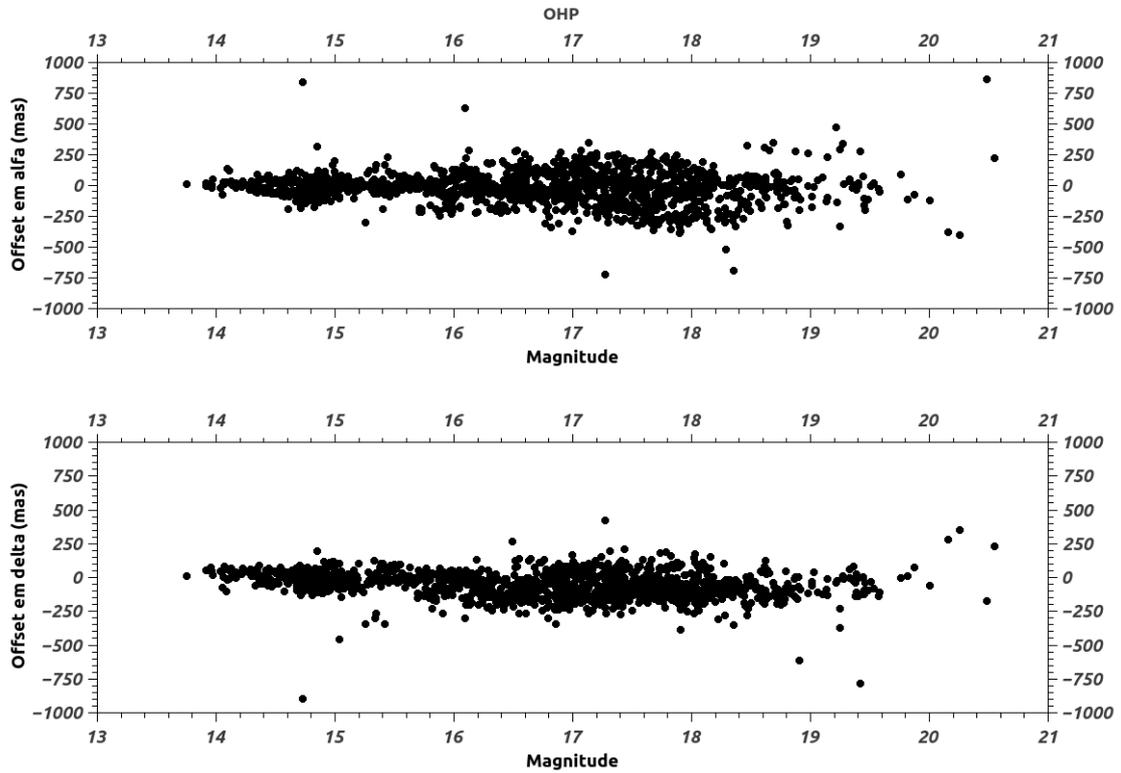


Figura 4.1: Offsets de Efemérides dos Satélites de Júpiter - OHP

determinada noite um dado satélite tenha sido observado por mais de um telescópio. Na tabela 4.3 está a estatística feita sobre os offsets médios das noites observadas.

O número médio de estrelas de catálogo utilizadas na redução com o Perkin-Elmer é menor que o utilizado no Boller & Chivens e no Zeiss. Como já foi dito, isso se deve principalmente ao tamanho do campo do Perkin-Elmer ser menor que o dos outros dois. Para o Zeiss, o número médio de estrelas é muito maior devido a poucas noites observadas, sendo que essas foram feitas em campos mais estrelados. Para satélites com poucas noites de observação, essa estatística não foi feita.

Perkin-Elmer									
Satélite	NI	NN	ME AR	DP AR	ME DEC	DP DEC	Mag	Ncat	TIPO
Ananke	70	17	53	259	-116	144	18,7	28	JE
Carme	40	14	-53	228	-132	216	17,7	40	JE
Elara	96	22	-12	196	-4	210	16,6	28	JE
Himalia	171	25	20	225	-43	80	15,1	31	JE
Leda	12	6	188	228	-16	126	19,5	17	JE
Lysithea	73	19	53	169	-16	167	18,0	36	JE
Pasiphae	58	17	147	210	-86	103	17,2	32	JE

Sinope	46	13	175	220	-72	116	18,2	40	JE
Callirrhoe	9	1	-	-	-	-	20,8	3	JR
Phoebe	275	23	-3	63	-40	85	16,3	6	SE
Boller & Chivens									
Satélite	NI	NN	ME AR	DP AR	ME DEC	DP DEC	Mag	Ncat	TIPO
Carme	22	4	-19	68	-26	111	17,7	45	JE
Elara	243	18	26	54	-77	47	16,6	47	JE
Himalia	437	26	-25	74	-18	55	15,1	55	JE
Lysithea	7	2	-	-	-	-	18,0	60	JE
Pasiphae	147	15	-11	129	-43	84	17,2	53	JE
Sinope	6	2	-	-	-	-	18,2	75	JE
Phoebe	641	34	-40	65	-40	49	16,3	22	SE
Zeiss									
Satélite	NI	NN	ME AR	DP AR	ME DEC	DP DEC	Mag	Ncat	TIPO
Elara	10	1	-	-	-	-	16,6	146	JE
Himalia	37	3	-115	49	-28	85	15,1	106	JE
Pasiphae	11	1	-	-	-	-	17,2	140	JE
Phoebe	21	2	-	-	-	-	16,3	12	SE

Tabela 4.3: Estatística dos Satélites Reduzidos sobre as médias das noites já com eliminação de medidas ruins. NI: Número de Imagens; NN: Número de Noites; ME AR: Média dos offsets no sentido "posição PRAIA menos efeméride" em Ascensão Reta (mas); DP AR: Desvio Padrão em Ascensão Reta (mas); ME DEC: Média dos offsets em Declinação (mas); DP DEC: Desvio Padrão em Declinação (mas); Mag: magnitude aparente média, aproximadamente R de Johnson; Ncat: Número médio de estrelas de catálogo; A última coluna é o tipo: Júpiter Externo (JE), Júpiter Raro (JR) e Saturno Externo (SE).

Para os dados do LNA, também foram feitos gráficos de "offsets contra magnitude" (Figs. 4.2 e 4.3) para o Perkin-Elmer e o Boller & Chivens em ambas as coordenadas. Para o Zeiss não foram feitos devido às suas poucas noites de observação. Também para essas amostras é possível ver que o espalhamento de offsets cresce com o aumento da magnitude.

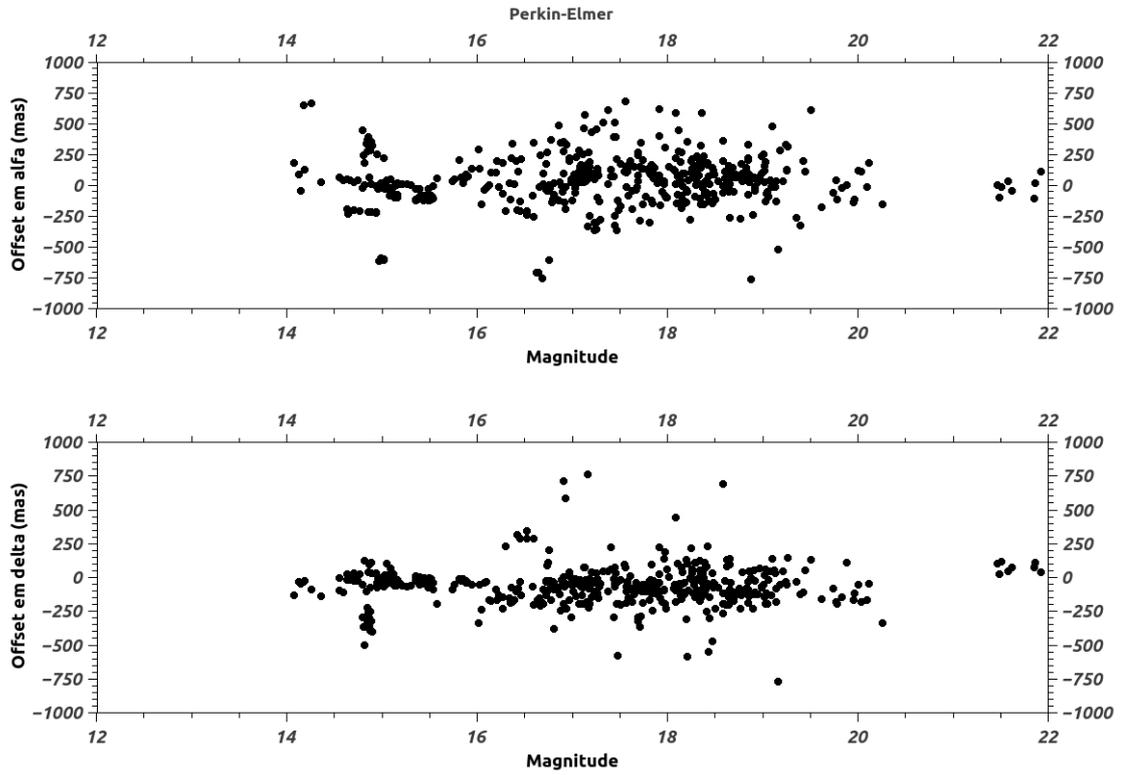


Figura 4.2: Offsets de Efemérides dos Satélites de Júpiter - Perkin-Elmer

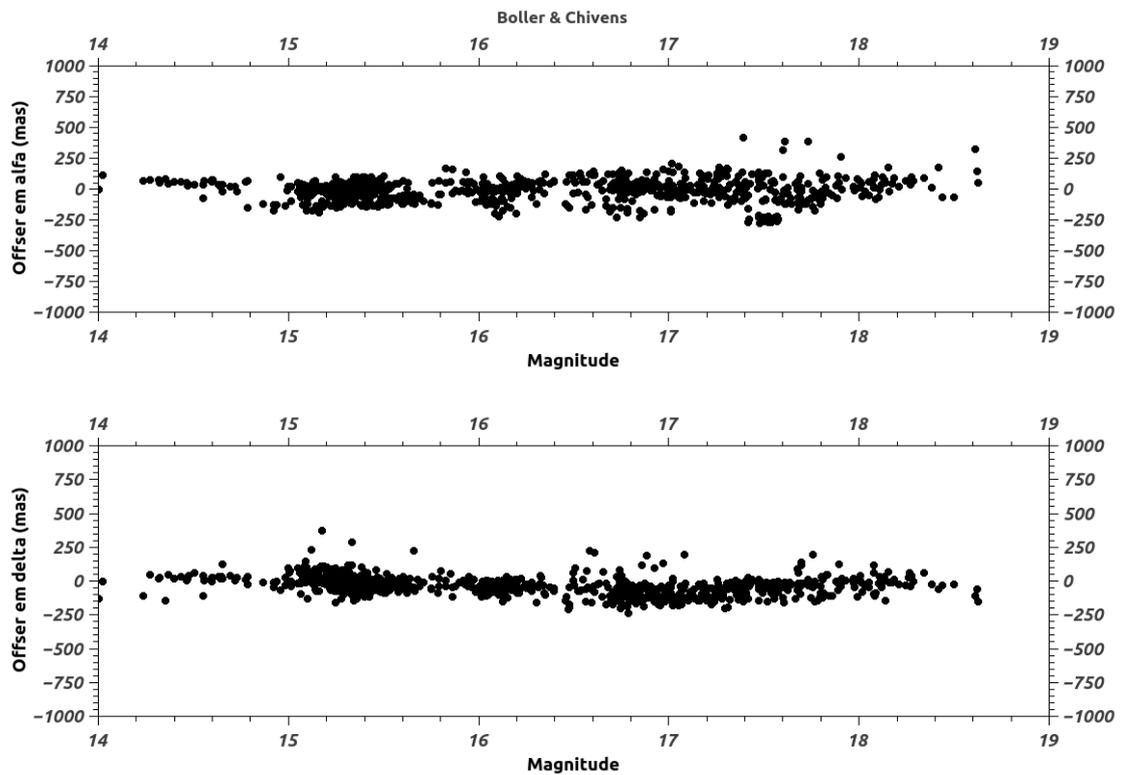


Figura 4.3: Offsets de Efemérides dos Satélites de Júpiter - Boller & Chivens

É possível observar nas figuras 4.2 e 4.3 que, em geral, os offsets em α são

ligeiramente mais dispersos que em δ . Isso é causado pelo movimento de Júpiter no céu ao longo da Eclíptica e, conseqüentemente para os satélites, que, devido ao longo tempo de integração das imagens na observação de objetos fracos, causam um efeito de alongamento nessa direção correspondente à coordenada de Ascensão Reta.

No geral, nota-se que o erro médio das reduções de posição (α, δ) está de acordo com o esperado para o UCAC4 na data das observações e para os erros de medida (x,y) . Os valores dos offsets, em geral relativamente maiores (em módulo) que os erros médios, refletem a necessidade - por nós levantada - de correção da órbita desses satélites.

5 Discussão

Para tentarmos visualizar o potencial de nossos resultados para o aprimoramento das órbitas dos satélites irregulares aqui observados, foram analisados os offsets em relação à anomalia verdadeira e à projeção da órbita do satélite no céu. Essas duas informações são extraídas da própria efeméride. Para os exemplos, foi utilizado o satélite Carme.

O primeiro gráfico é o de Offset por Anomalia Verdadeira. A Anomalia Verdadeira é o ângulo de posição na órbita medido a partir da menor distância entre o satélite e o planeta (periastro) na direção de movimento do satélite.

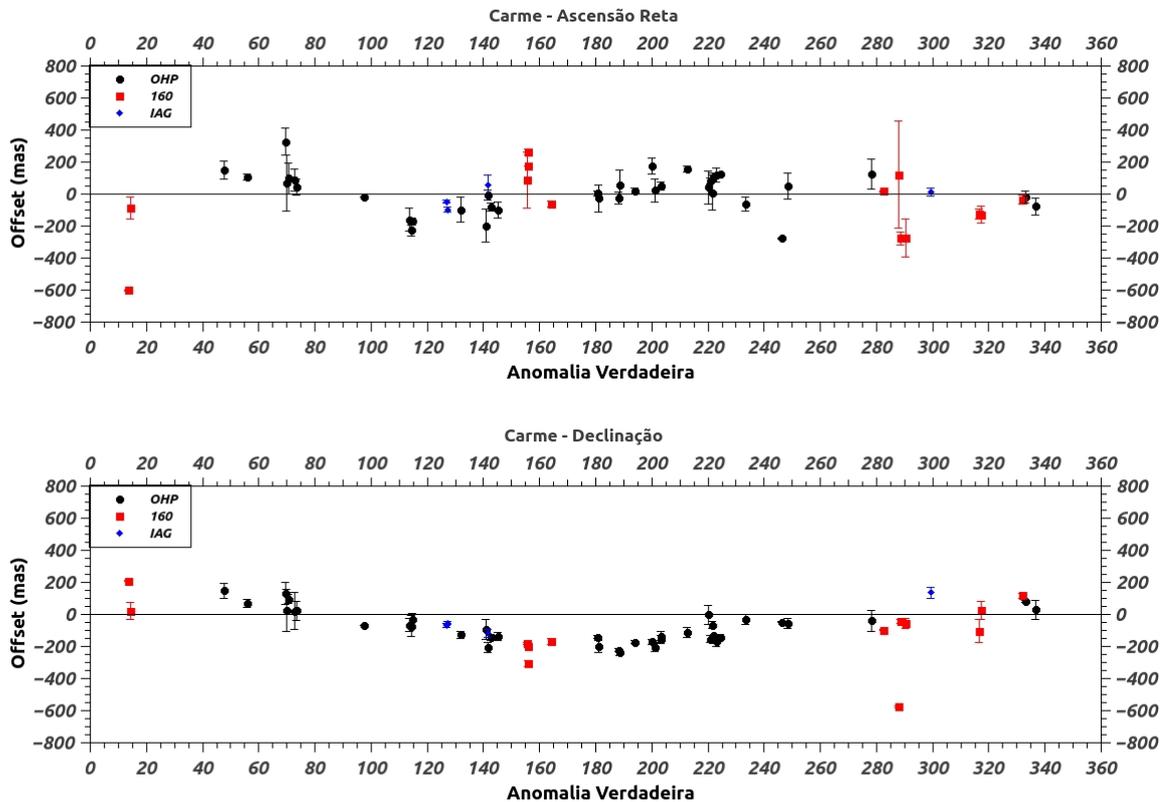


Figura 5.1: Gráfico Offset x Anomalia Verdadeira - Carme: os gráficos mostram a média em α e δ , respectivamente, com respectivo desvio-padrão, dos offsets de cada noite em relação à Anomalia Verdadeira.

Na Figura 5.1 estão esses offsets médios de cada noite de observações com a barra de erro sendo o desvio-padrão dos offsets da noite. Os três telescópios que observaram esse satélite (OHP, Perkin-Elmer(160) e Boller & Chivens(IAG)) estão represen-

tados e é possível observar que a variação de offsets pela anomalia verdadeira observada não é diferente entre os telescópios, mostrando boa coerência entre os resultados obtidos.

Gráficos de Offsets por Anomalia Verdadeira para todos os satélites podem ser encontrados no Apêndice D.

O segundo gráfico é a projeção da órbita de Carme como visto da Terra durante um período orbital do mesmo centrado em Júpiter como mostrado na figura 5.2. A linha é a posição do satélite dado pela efeméride em relação ao planeta, que está na origem das coordenadas do gráfico, os vetores são as médias dos offsets noite a noite em relação às efemérides e apontam na direção da posição observada. Duas setas nos dizem a direção do movimento do satélite. No Apêndice E são mostrados os gráficos das órbitas para os demais satélites.

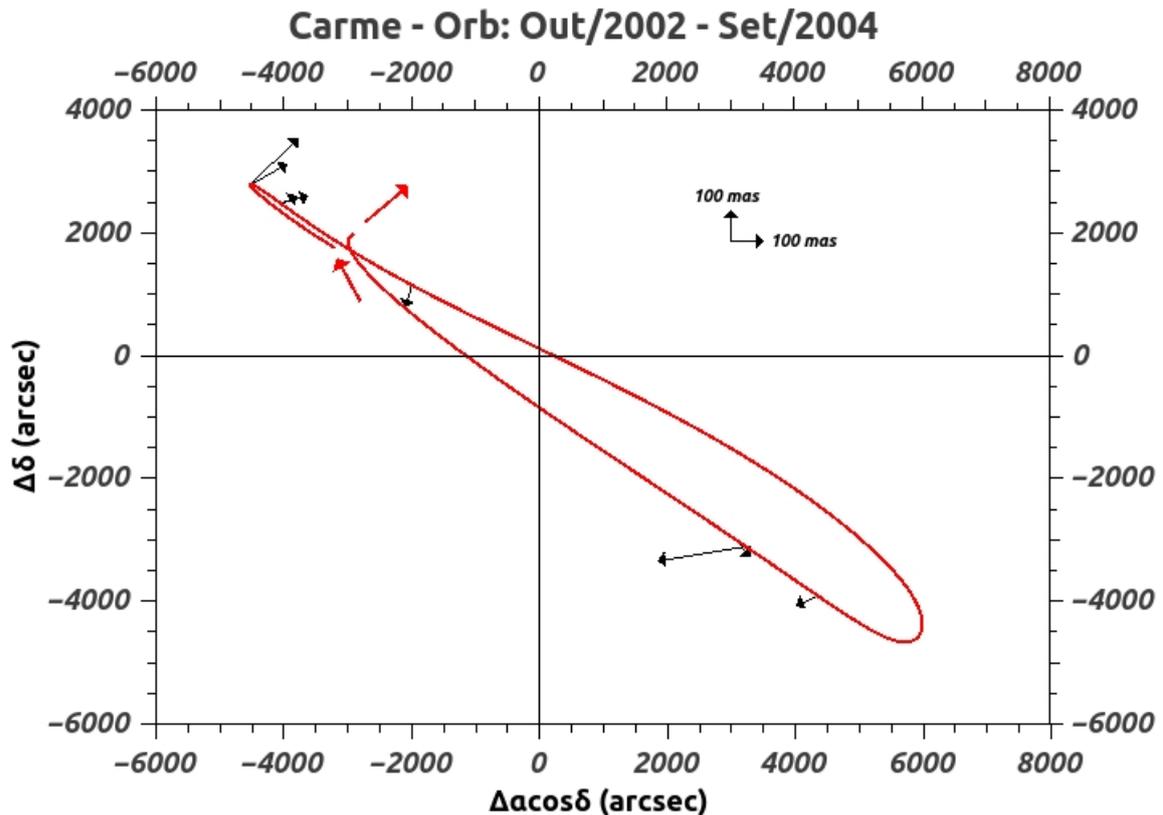


Figura 5.2: Gráfico da órbita de Carme: Esse gráfico é uma projeção da órbita de Carme como visto da Terra durante um período orbital do mesmo centrado em Júpiter. A linha é a posição do satélite dado pela efeméride em relação ao planeta, que está centrado no gráfico, os vetores são os offsets das posições médias das noites observadas em relação às efemérides e aponta na direção da posição observada. Duas setas nos dizem a direção do movimento do satélite. Os offsets são dados em relação ao offset médio da noite.

Na figura 5.2 apenas offsets do OHP estão amostrados. Os períodos de observação entre OHP e OPD diferem entre si e o período orbital em exemplo é um dos mais importantes pois a órbita está quase que de perfil para o observador, destacando o erro na inclinação da órbita. Gráficos com a projeção da órbita com dados do LNA possuem poucos pontos e não retratam de forma evidente a variação na inclinação da órbita de Carme. Porém, como mostrado na Fig. 5.1, com uma população maior de dados, sua contribuição é clara e de acordo com os dados do OHP. Os gráficos de projeção de órbita com dados do LNA podem ser visualizados no Anexo E

Vendo a órbita de perfil é possível perceber que offsets próximos ao periastro (0° ou 360° de Anomalia Verdadeira) e os próximos ao apoastro (180° de Anomalia Verdadeira) são opostos sendo praticamente normais ao plano da órbita. Como pode-se ver na figura 5.1, que contém offsets de todos os períodos orbitais em que houve observações, essa característica se repete observando o gráfico de declinação. Essa informação sugere que há em Carme um erro quanto à sua inclinação orbital.

À exceção da inclinação, os erros nos outros elementos orbitais são de mais difícil percepção com gráficos como os da Fig. 5.1, sendo que correções a esses elementos serão obtidas após novas integrações numéricas com as novas posições óticas aqui obtidas, e que serão feitas pelo grupo do astrometria do Rio.

6 Conclusões

Com o pacote PRAIA, agora em pleno funcionamento com toda sua capacidade, o tempo empregado na redução de grandes quantidades foi diminuído significativamente, e nossa produtividade já está dando o salto esperado. Os objetivos científicos dos nossos programas observacionais agora tem sido atingidos em curtíssimo prazo, em consonância com a atual demanda astronômica e astrofísica de nossa área.

Em duas bases de dados, uma do Observatoire Haute-Provence com 24 mil imagens e outra do Observatório do Pico dos Dias, que tinha mais de 80 mil imagens, com um total de mais de 100 mil imagens, quase 2 mil pertenciam aos satélites irregulares de Júpiter e Saturno. Reduzir essa grande quantidade com precisão só foi possível com a utilização do PRAIA e de um bom catálogo astrométrico, como é o caso do UCAC4.

Como é possível ver nos gráficos obtidos, por exemplo nas Figuras 4.1, 4.2 e 4.3, onde os offsets refletem o erro natural da astrometria e o erro das efemérides dos satélites mais fracos, e nos gráficos de offsets por anomalia do Apêndice D e de projeção na órbita do Apêndice E nossos resultados podem efetivamente contribuir para melhorar as efemérides.

As posições aqui obtidas serão publicadas em periódicos de circulação internacional e serão utilizadas para uma nova integração numérica da órbita desses satélites que será feita pelo grupo de astrometria do Rio. Como mostrado no Capítulo 4 a quantidade de posições obtidas comparada à quantidade atualmente utilizadas nas integrações orbitais é significativa chegando a uma contribuição de mais de 50% para alguns satélites. Uma maior quantidade de posições possibilitam novas metodologias empregadas nas integrações como a utilização das efemérides dos Galileanos nos cálculos ao invés de usar modelos de anéis de massa, como é costume (J. E. Arlot, com. privada).

A melhoria dessas órbitas permitirá cada vez mais que esses objetos possam ser alvos de mais estudos como os discutidos no Capítulo 1. Efemérides mais precisas permitirão previsão de ocultações estelares com maior confiabilidade, possibilitando a obtenção de parâmetros físicos com muita precisão como, por exemplo, tamanho e albedo ([Sicardy et al., 2011]). Essas propriedades são pouco conhecidas para a maioria desses objetos. Os tamanhos estimados são calculados supondo que seus albedos sejam próximos

aos já conhecidos dos satélites maiores. Com o conhecimento real e preciso dos tamanhos, formas e albedo, se poderá de forma mais clara estabelecer as reais origens e processos evolutivos desses corpos.

A Tabela de Observações do OPD

A tabela abaixo descreve as principais características observacionais das noites utilizadas do banco de dados. Devido à falta de informações nos headers de algumas noites, detetor e filtros podem estar listados como desconhecidos.

Na coluna de escala de pixel, entre parênteses é dada a binagem à qual a escala se refere. Tendo mais de uma escala na noite, significa que imagens foram observadas com binagens diferentes. Todas as binagens utilizadas nas observações estão no formato $n \times n$.

A data está no formato $yyyy-mm-dd$ e as escalas de pixel estão em "/pixel. Diversos Detetores foram usados, sendo eles: CCD048 (770 pixel x 1152 pixel), CCD098 (2048 x 4608), CCD101 (1024 x 1024), CCD105 (2048 x 2048), CCD106 (2048 x 2048), CCD301 (385 x 578), CCD523 (455 x 512), IKON (2048 x 2048) e IXON (1024 x 1024). Para os outros CCDs não foi possível identificar o tamanho de campo efetivo.

Data	Telescópio	Detetor	Escala de Pixel	Filtros
1992-06-08	Perkin-Elmer	Desconhecido	0.293(1)	Clear
1992-06-09	Perkin-Elmer	Desconhecido	0.293(1)	Clear
1992-06-10	Perkin-Elmer	Desconhecido	0.293(1)	Clear
1992-07-18	Perkin-Elmer	Desconhecido	0.293(1)	Clear
1992-07-19	Perkin-Elmer	CCD1152	0.293(1)	Desconhecido
1992-09-10	Perkin-Elmer	Desconhecido	0.293(1)	Clear
1993-06-23	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1993-06-24	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1993-07-26	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1993-08-20	Perkin-Elmer	Desconhecido	0.293(1)	Clear
1993-08-21	Perkin-Elmer	Desconhecido	0.293(1)	Clear
1993-08-22	Perkin-Elmer	Desconhecido	0.293(1)	Clear
1993-09-06	Perkin-Elmer	Desconhecido	0.293(1)	Clear
1994-04-15	Perkin-Elmer	CCD009	0.293(1)	Desconhecido
1994-04-16	Perkin-Elmer	CCD009	0.293(1)	Desconhecido
1994-08-03	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Desconhecido

1994-08-04	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Desconhecido
1994-09-21	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1994-09-22	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1994-09-23	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1994-09-24	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1994-09-26	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1994-11-11	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1995-01-06	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1995-05-04	Boller & Chivens	Desconhecido	0.569(1)	Clear, B, V, R, I
1995-05-18	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1995-05-22	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1995-06-08	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1995-06-09	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1995-06-10	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1995-06-11	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1995-06-12	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1995-06-26	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1995-06-27	Boller & Chivens	CCD009	0.569(1)	Desconhecido
1995-06-28	Boller & Chivens	CCD009	0.569(1)	Clear, V, R
1995-06-29	Boller & Chivens	CCD009	0.569(1)	Clear
1995-06-30	Boller & Chivens	CCD009	0.569(1)	Clear
1995-07-01	Boller & Chivens	CCD009	0.569(1)	Clear
1995-07-02	Boller & Chivens	CCD009	0.569(1)	Clear
1995-07-03	Boller & Chivens	CCD009	0.569(1)	Clear
1995-07-04	Boller & Chivens	CCD009	0.569(1)	Clear
1995-07-06	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1995-07-10	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1995-08-04	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1995-08-06	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1995-08-07	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1995-08-08	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1995-09-13	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear

1995-09-16	Boller & Chivens	Desconhecido	0.569(1)	I
1995-09-16	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1995-10-11	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1995-10-12	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1995-11-08	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1995-11-09	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1995-11-10	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1995-11-14	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Clear
1996-05-04	Zeiss	CCD009	0.570(1)	Clear
1996-05-05	Zeiss	CCD009	0.570(1)	Clear
1996-05-06	Zeiss	CCD009	0.570(1)	Clear
1996-05-11	Zeiss	CCD009	0.570(1)	Clear, B
1996-06-20	Zeiss	CCD009	0.570(1)	Clear
1996-06-20	Perkin-Elmer	CCD101	0.312(1)	Clear
1996-06-21	Perkin-Elmer	CCD101	0.312(1)	Clear
1996-06-22	Perkin-Elmer	CCD101	0.312(1)	Clear
1996-06-23	Perkin-Elmer	CCD101	0.312(1)	Clear
1996-06-24	Perkin-Elmer	CCD101	0.312(1)	Clear
1996-06-25	Perkin-Elmer	CCD101	0.312(1)	Clear
1996-07-16	Zeiss	Desconhecido	0.570(1)	Desconhecido
1996-07-17	Zeiss	CCD009	0.570(1)	Clear
1996-07-18	Zeiss	CCD009	0.570(1)	Clear
1996-07-23	Zeiss	CCD009	0.570(1)	Clear
1996-07-24	Perkin-Elmer	CCD101	0.312(1)	Clear
1996-07-25	Perkin-Elmer	CCD101	0.312(1)	Clear
1996-07-26	Perkin-Elmer	CCD101	0.315(1)	Clear
1996-07-29	Zeiss	CCD009	0.570(1)	Clear
1996-08-21	Boller & Chivens	Desconhecido	0.523(1)	Desconhecido
1996-08-21	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Desconhecido
1996-08-22	Boller & Chivens	CCD009	0.522(1)	R
1996-08-22	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Desconhecido
1996-08-23	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Desconhecido

1996-08-24	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Desconhecido
1996-08-25	Boller & Chivens	CCD009	0.523(1)	R
1996-08-25	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Desconhecido
1996-09-19	Perkin-Elmer	CCD101	0.312(1)	B, V, R
1996-09-23	Perkin-Elmer	CCD101	0.294(1)	Clear
1996-09-27	Perkin-Elmer	CCD048	0.294(1)	Clear
1996-09-28	Perkin-Elmer	CCD048	0.294(1)	Clear
1996-09-30	Boller & Chivens	CCD009	0.524(1)	R
1996-09-30	Perkin-Elmer	CCD101	0.294(1)	Clear
1996-10-01	Perkin-Elmer	CCD048	0.309(1)	Clear
1996-12-27	Perkin-Elmer	CCD101	0.314(1)	Clear
1997-03-03	Boller & Chivens	CCD048	0.533(1)	Clear, V
1997-03-06	Boller & Chivens	CCD048	0.643(1)	V
1997-03-07	Boller & Chivens	CCD048	0.557(1)	Clear, V
1997-04-04	Boller & Chivens	CCD048	0.557(1)	Clear, V
1997-06-01	Perkin-Elmer	CCD048	0.292(1)	Clear
1997-08-11	Perkin-Elmer	CCD048	0.294(1)	Clear
1997-08-12	Perkin-Elmer	CCD048	0.294(1)	Clear
1997-08-13	Boller & Chivens	CCD009	0.569(1)	V, R
1997-08-13	Perkin-Elmer	CCD048	0.294(1)	Desconhecido
1997-08-14	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Desconhecido
1997-08-15	Perkin-Elmer	CCD048	0.293(1)	Desconhecido
1997-08-28	Boller & Chivens	CCD101	0.569(1)	V
1997-08-29	Boller & Chivens	CCD101	0.569(1)	V
1997-08-30	Boller & Chivens	CCD101	0.569(1)	V
1997-08-31	Boller & Chivens	CCD101	0.569(1)	V
1997-09-04	Boller & Chivens	CCD048	0.535(1)	V
1997-09-06	Boller & Chivens	CCD048	0.533(1)	V
1997-09-07	Boller & Chivens	CCD048	0.533(1)	V
1997-09-08	Boller & Chivens	CCD101	0.568(1)	V
1997-09-09	Boller & Chivens	CCD101	0.568(1)	V
1997-10-23	Perkin-Elmer	CCD101	0.312(1)	V

1997-11-10	Boller & Chivens	CCD048	0.558(1)	V
1997-11-11	Boller & Chivens	CCD048	0.558(1)	V
1997-11-12	Boller & Chivens	CCD048	0.584(1)	V
1997-11-20	Perkin-Elmer	CCD101	0.306(1)	V
1997-12-09	Boller & Chivens	CCD101	0.569(1)	V
1997-12-10	Boller & Chivens	CCD101	0.569(1)	V
1998-04-30	Perkin-Elmer	CCD101	0.307(1)	I
1998-05-01	Perkin-Elmer	CCD101	0.307(1)	I
1998-05-02	Perkin-Elmer	CCD101	0.307(1)	I
1998-05-05	Perkin-Elmer	CCD101	0.307(1)	I
1998-06-04	Perkin-Elmer	CCD106	0.312(1)	Clear, V, R
1998-06-05	Perkin-Elmer	CCD106	0.312(1)	Clear, V, R
1998-06-06	Perkin-Elmer	CCD106	0.312(1)	Clear, V, R
1998-06-07	Perkin-Elmer	CCD106	0.312(1)	Clear
1998-08-21	Boller & Chivens	CCD101	0.568(1)	B
1998-08-22	Boller & Chivens	CCD101	0.568(1)	B
1998-08-23	Boller & Chivens	CCD101	0.568(1)	B
1998-08-24	Boller & Chivens	CCD101	0.568(1)	B
1998-08-25	Boller & Chivens	CCD101	0.568(1)	B
1998-08-26	Boller & Chivens	CCD101	0.568(1)	B
1998-09-01	Perkin-Elmer	CCD101	0.312(1)	Clear
1998-09-02	Perkin-Elmer	CCD106	0.312(1)	Clear
1998-09-03	Perkin-Elmer	CCD106	0.312(1)	Clear
1998-09-11	Boller & Chivens	CCD101	0.595(1)	V
1998-09-12	Boller & Chivens	CCD101	0.595(1)	V
1998-09-13	Boller & Chivens	CCD101	0.595(1)	V
1998-09-14	Boller & Chivens	CCD101	0.595(1)	V
1998-09-21	Perkin-Elmer	CCD106	0.312(1)	B, V, R
1998-12-19	Perkin-Elmer	CCD106	0.312(1)	V, R
1998-12-20	Perkin-Elmer	CCD106	0.312(1)	V, R
1999-02-12	Perkin-Elmer	CCD106	0.314(1)	V
1999-02-14	Perkin-Elmer	CCD106	0.314(1)	V, R

1999-03-25	Perkin-Elmer	CCD106	0.314(1)	V, R
1999-03-26	Perkin-Elmer	CCD106	0.314(1)	V, R
1999-03-27	Perkin-Elmer	CCD106	0.314(1)	V
1999-03-28	Perkin-Elmer	CCD106	0.314(1)	V
1999-04-23	Boller & Chivens	CCD101	0.594(1)	V
1999-04-24	Boller & Chivens	CCD101	0.594(1)	V
1999-04-25	Boller & Chivens	CCD101	0.594(1)	V
1999-06-05	Perkin-Elmer	CCD106	0.312(1)	Clear
1999-07-02	Boller & Chivens	CCD101	0.595(1)	V
1999-07-03	Boller & Chivens	CCD101	0.595(1)	V
1999-07-05	Boller & Chivens	CCD101	0.595(1)	V
1999-08-20	Perkin-Elmer	CCD106	0.312(1)	Clear
1999-08-21	Perkin-Elmer	CCD106	0.312(1)	Clear
1999-08-22	Perkin-Elmer	CCD106	0.312(1)	Clear
1999-09-02	Boller & Chivens	CCD101	0.594(1)	V
1999-09-03	Boller & Chivens	CCD101	0.595(1)	V
1999-09-04	Boller & Chivens	CCD101	0.595(1)	V
1999-09-05	Boller & Chivens	CCD101	0.595(1)	V
1999-09-17	Perkin-Elmer	CCD106	0.314(1)	Clear
1999-10-15	Boller & Chivens	CCD101	0.595(1)	V
1999-10-18	Boller & Chivens	CCD101	0.595(1)	V
1999-11-18	Perkin-Elmer	CCD106	0.314(1)	V
2000-03-27	Boller & Chivens	CCD101	0.568(1)	V
2000-04-05	Perkin-Elmer	CCD106	0.314(1)	R
2000-04-06	Perkin-Elmer	CCD106	0.314(1)	V, R
2000-05-04	Boller & Chivens	CCD101	0.569(1)	V
2000-05-05	Boller & Chivens	CCD101	0.568(1)	V
2000-05-07	Boller & Chivens	CCD101	0.568(1)	V
2000-07-21	Perkin-Elmer	CCD106	0.314(1)	V
2000-07-24	Perkin-Elmer	CCD106	0.314(1)	V, R
2000-07-31	Boller & Chivens	CCD101	0.569(1)	V
2000-08-01	Boller & Chivens	CCD101	0.569(1)	V

2000-08-02	Boller & Chivens	CCD101	0.569(1)	V
2000-10-09	Perkin-Elmer	CCD106	0.305(1)	Clear
2000-11-20	Boller & Chivens	CCD101	0.639(1)	V
2000-12-02	Perkin-Elmer	CCD106	0.313(1)	V
2000-12-03	Perkin-Elmer	CCD106	0.314(1)	V
2001-01-26	Perkin-Elmer	CCD106	0.314(1)	V
2001-02-03	Perkin-Elmer	CCD101	0.314(1)	V
2001-04-26	Boller & Chivens	CCD101	0.594(1)	Desconhecido
2001-04-27	Boller & Chivens	CCD101	0.594(1)	Desconhecido
2001-04-28	Boller & Chivens	CCD101	0.594(1)	Desconhecido
2001-04-29	Boller & Chivens	CCD101	0.594(1)	Desconhecido
2001-04-30	Boller & Chivens	CCD101	0.594(1)	Desconhecido
2001-05-01	Boller & Chivens	CCD101	0.595(1)	Desconhecido
2001-07-13	Perkin-Elmer	CCD106	0.273(1)	B
2001-07-14	Perkin-Elmer	CCD101	0.273(1)	B
2001-08-07	Perkin-Elmer	CCD101	0.320(1)	B
2001-08-08	Perkin-Elmer	CCD101	0.271(1)	B
2001-08-09	Perkin-Elmer	CCD101	0.271(1)	B
2001-08-13	Perkin-Elmer	CCD101	0.314(1)	V
2001-08-14	Perkin-Elmer	CCD101	0.314(1)	V
2001-08-15	Perkin-Elmer	CCD101	0.314(1)	V
2001-08-16	Perkin-Elmer	CCD101	0.314(1)	V
2001-08-25	Boller & Chivens	CCD048	0.576(1)	B
2001-08-25	Perkin-Elmer	CCD101	0.436(1)	B
2001-10-23	Perkin-Elmer	CCD101	0.312(1)	Clear
2001-10-24	Perkin-Elmer	CCD101	0.312(1)	Clear
2001-10-25	Perkin-Elmer	CCD101	0.312(1)	Clear
2001-10-26	Perkin-Elmer	CCD101	0.312(1)	Clear
2001-10-27	Perkin-Elmer	CCD101	0.312(1)	Clear
2001-11-16	Perkin-Elmer	CCD101	0.314(1)	V
2001-11-20	Boller & Chivens	CCD048	0.577(1)	V
2001-11-24	Boller & Chivens	CCD048	0.578(1)	V

2001-11-25	Boller & Chivens	CCD048	0.577(1)	V
2002-03-01	Boller & Chivens	CCD048	0.557(1)	V
2002-03-02	Boller & Chivens	CCD048	0.557(1)	V
2002-03-03	Boller & Chivens	CCD048	0.557(1)	V
2002-03-04	Boller & Chivens	CCD048	0.557(1)	V
2002-03-05	Boller & Chivens	CCD048	0.557(1)	V
2002-03-06	Boller & Chivens	CCD048	0.557(1)	V
2002-07-13	Boller & Chivens	CCD048	0.577(1)	Clear
2002-07-14	Boller & Chivens	CCD048	0.577(1)	Clear
2002-07-14	Perkin-Elmer	CCD101	0.269(1)	Clear
2002-07-15	Boller & Chivens	CCD048	0.577(1)	Clear
2002-07-15	Perkin-Elmer	CCD101	0.269(1)	Clear
2002-07-16	Boller & Chivens	CCD048	0.577(1)	Clear
2002-07-17	Boller & Chivens	CCD048	0.577(1)	Clear
2002-08-07	Perkin-Elmer	CCD101	0.269(1)	B
2002-08-08	Perkin-Elmer	CCD101	0.269(1)	B
2002-08-09	Perkin-Elmer	CCD101	0.269(1)	Clear
2002-08-10	Perkin-Elmer	CCD101	0.269(1)	Clear
2002-08-11	Perkin-Elmer	CCD101	0.269(1)	Clear
2002-08-30	Perkin-Elmer	CCD101	0.314(1)	V
2002-09-12	Perkin-Elmer	CCD101	0.314(1)	Clear
2002-09-17	Perkin-Elmer	CCD101	0.314(1)	V
2002-09-18	Perkin-Elmer	CCD101	0.314(1)	V
2002-10-08	Boller & Chivens	CCD105	0.346(1)	V
2002-10-09	Boller & Chivens	CCD105	0.346(1)	V
2002-10-11	Perkin-Elmer	CCD101	0.314(1)	V
2002-10-12	Perkin-Elmer	CCD101	0.314(1)	V
2002-10-13	Perkin-Elmer	CCD101	0.314(1)	V
2003-03-22	Boller & Chivens	CCD101	0.660(1)	V
2003-03-27	Perkin-Elmer	CCD101	0.314(1)	V
2003-07-21	Boller & Chivens	CCD101	0.616(1)	Clear, R
2003-07-22	Boller & Chivens	CCD101	0.614(1)	Clear, R

2003-07-23	Boller & Chivens	CCD101	0.616(1)	Clear, R
2003-07-24	Boller & Chivens	CCD101	0.616(1)	Clear, R
2003-07-25	Boller & Chivens	CCD101	0.616(1)	Clear, R
2003-07-26	Boller & Chivens	CCD101	0.616(1)	Clear
2003-07-27	Boller & Chivens	CCD101	0.616(1)	Clear, R
2003-08-18	Boller & Chivens	CCD101	0.568(1)	R
2003-08-19	Boller & Chivens	CCD101	0.568(1)	Clear, V, R
2003-08-20	Perkin-Elmer	CCD101	0.323(1)	Clear, R, I
2003-08-21	Perkin-Elmer	CCD101	0.323(1)	Clear, I
2003-08-22	Perkin-Elmer	CCD101	0.323(1)	Clear, I
2003-08-23	Perkin-Elmer	CCD101	0.323(1)	Clear, R, I
2003-08-24	Perkin-Elmer	CCD101	0.323(1)	Clear, I
2003-09-15	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	V
2003-09-15	Perkin-Elmer	CCD101	Desconhecido	Clear
2003-09-27	Boller & Chivens	CCD101	0.614(1)	V
2003-09-28	Boller & Chivens	CCD101	0.616(1)	V
2003-09-29	Boller & Chivens	CCD101	0.616(1)	V
2003-10-03	Perkin-Elmer	CCD106	0.314(1)	V, R
2003-10-04	Perkin-Elmer	CCD106	0.314(1)	V
2003-10-05	Perkin-Elmer	CCD106	0.314(1)	V
2003-10-14	Boller & Chivens	CCD101	0.616(1)	V
2003-10-15	Boller & Chivens	CCD101	0.614(1)	V, R
2003-10-16	Boller & Chivens	CCD101	0.615(1)	V
2003-10-17	Boller & Chivens	CCD101	0.616(1)	V
2003-10-18	Boller & Chivens	CCD101	0.616(1)	R
2003-10-19	Boller & Chivens	CCD101	0.616(1)	V, R
2004-03-29	Boller & Chivens	CCD101	0.594(1)	R
2004-03-30	Boller & Chivens	CCD101	0.593(1)	V, R
2004-03-31	Boller & Chivens	CCD101	0.594(1)	V
2004-04-01	Boller & Chivens	CCD101	0.594(1)	V
2004-08-04	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	V
2004-08-05	Boller & Chivens	CCD106	0.612(1)	V

2004-08-06	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	V
2004-08-07	Boller & Chivens	CCD106	0.615(1)	V, R
2004-08-19	Boller & Chivens	CCD101	0.616(1)	Desconhecido
2004-08-20	Boller & Chivens	CCD101	0.616(1)	Desconhecido
2004-08-21	Boller & Chivens	CCD101	0.614(1)	Desconhecido
2004-08-21	Perkin-Elmer	CCD106	0.394(1)	Desconhecido
2004-08-22	Boller & Chivens	CCD101	0.616(1)	Desconhecido
2004-08-23	Boller & Chivens	CCD101	0.616(1)	Desconhecido
2004-09-08	Boller & Chivens	CCD106	0.569(1)	V, R
2004-09-09	Boller & Chivens	CCD106	0.569(1)	V, R
2004-09-22	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	R
2004-09-23	Boller & Chivens	CCD106	0.615(1)	R
2004-09-24	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	Clear
2004-09-25	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	Clear
2004-10-06	Boller & Chivens	CCD101	0.616(1)	V
2004-10-07	Boller & Chivens	CCD101	0.616(1)	V
2004-10-08	Boller & Chivens	CCD101	0.616(1)	V
2004-10-09	Boller & Chivens	CCD101	0.616(1)	V
2004-11-03	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	V
2005-02-05	Perkin-Elmer	CCD106	0.314(1)	V
2005-02-07	Perkin-Elmer	CCD106	0.314(1)	V
2005-04-01	Boller & Chivens	CCD106	0.681(1)	Clear, V
2005-04-02	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	Clear, V
2005-04-03	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	Clear, V, R
2005-04-04	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	Clear, V
2005-04-05	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	Clear, V
2005-06-24	Boller & Chivens	CCD106	0.595(1)	R
2005-06-25	Boller & Chivens	CCD106	0.594(1)	R
2005-06-26	Boller & Chivens	CCD106	0.594(1)	R
2005-06-27	Boller & Chivens	CCD106	0.594(1)	Clear, V
2005-08-01	Zeiss	CCD654	0.571(1)	V, R
2005-08-01	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	R

2005-08-02	Zeiss	CCD654	0.571(1)	V, R
2005-08-02	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	R, I
2005-08-03	Zeiss	CCD654	0.571(1)	R
2005-08-03	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	B, V, R, I
2005-08-04	Zeiss	CCD654	0.571(1)	V, R
2005-08-04	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	R, I
2005-09-10	Perkin-Elmer	CCD105	0.351(2)	V
2005-09-21	Boller & Chivens	CCD106	0.610(1)	R
2005-09-23	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	V
2005-09-30	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	V
2005-10-31	Perkin-Elmer	CCD106	0.314(1)	Clear, R
2006-02-26	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	Clear
2006-02-27	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	Clear
2006-02-28	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	Clear, V, R
2006-03-01	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	Clear
2006-03-02	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	Clear
2006-03-08	Boller & Chivens	CCD106	0.594(1)	Clear, B, V, R
2006-03-09	Boller & Chivens	CCD106	0.595(1)	Clear, V
2006-03-11	Boller & Chivens	CCD106	0.594(1)	Clear, V
2006-03-12	Boller & Chivens	CCD106	0.594(1)	Clear, B, R
2006-03-13	Boller & Chivens	CCD106	0.594(1)	Clear, B, R
2006-03-14	Boller & Chivens	CCD106	0.594(1)	Clear, V
2006-04-01	Zeiss	CCD523	Desconhecido	B, V, R, I
2006-04-28	Perkin-Elmer	CCD105	0.176(1)	Clear
2006-04-29	Perkin-Elmer	CCD105	0.176(1)	Clear
2006-04-30	Perkin-Elmer	CCD105	0.176(1)	Clear
2006-06-06	Boller & Chivens	CCD105	0.334(1)	Clear
2006-06-07	Boller & Chivens	CCD105	0.334(1)	Clear
2006-07-01	Boller & Chivens	CCD106	0.615(1)	Clear
2006-07-03	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	Clear, V
2006-07-04	Perkin-Elmer	CCD523	Desconhecido	Clear, R
2006-08-21	Perkin-Elmer	CCD105	0.176(1)	Clear

2006-08-22	Perkin-Elmer	CCD105	0.176(1)	Clear
2006-08-29	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	Clear, V
2006-08-30	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	Clear, V
2006-08-31	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	Clear, V
2006-09-03	Boller & Chivens	CCD105	0.320(1)	Clear, V
2006-09-04	Boller & Chivens	CCD105	0.320(1), 0.640(2)	Clear, V
2006-09-05	Boller & Chivens	CCD105	0.320(1), 0.640(2)	Clear, V
2006-09-06	Boller & Chivens	CCD105	0.320(1), 0.640(2)	Clear, V
2006-09-07	Boller & Chivens	CCD105	0.319(1)	Clear
2006-09-08	Boller & Chivens	CCD105	0.320(1)	Clear, V, R
2006-09-09	Boller & Chivens	CCD105	0.320(1)	Clear
2006-09-10	Boller & Chivens	CCD105	0.319(1), 0.640(2)	Clear, B, V, R
2006-09-11	Boller & Chivens	CCD105	0.320(1)	Clear, B, R
2006-09-20	Boller & Chivens	CCD105	0.346(1)	Clear, V
2006-09-21	Boller & Chivens	CCD105	0.346(1)	Clear, V
2006-09-22	Boller & Chivens	CCD105	0.346(1)	Clear, V, R
2006-09-24	Boller & Chivens	CCD105	0.347(1)	Clear
2006-10-20	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	Clear
2006-10-21	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	Clear
2006-10-22	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	Clear, V, R
2006-10-23	Boller & Chivens	CCD098	0.347(1)	Clear
2006-10-24	Boller & Chivens	CCD098	0.346(1)	Clear
2006-10-25	Boller & Chivens	CCD098	0.346(1)	Clear
2007-02-14	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	R
2007-02-14	Perkin-Elmer	CCD105	0.353(2)	R
2007-02-15	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	Clear, V, R
2007-02-15	Perkin-Elmer	CCD105	0.176(1), 0.353(2)	Clear, R
2007-02-16	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	B, R
2007-02-16	Perkin-Elmer	CCD105	0.176(1), 0.353(2)	B, R
2007-02-17	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	Clear, B, R
2007-02-17	Perkin-Elmer	CCD105	0.176(1), 0.353(2)	B, R
2007-02-18	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	B, R

2007-02-18	Perkin-Elmer	CCD105	0.176(1), 0.353(2)	B, R
2007-02-28	Boller & Chivens	CCD105	0.346(1), 0.693(2)	Clear, R
2007-03-15	Boller & Chivens	CCD105	0.346(1), 0.693(2)	Clear, V, R
2007-03-20	Boller & Chivens	CCD105	0.346(1)	Clear
2007-03-21	Boller & Chivens	CCD105	0.334(1)	V
2007-03-22	Boller & Chivens	CCD105	0.334(1)	Clear
2007-04-13	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	Clear
2007-04-14	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	Clear, B, V
2007-04-15	Boller & Chivens	CCD106	0.615(1)	Clear, B, R
2007-04-16	Zeiss	CCD106	0.620(1)	Clear
2007-04-16	Boller & Chivens	CCD105	0.346(1)	U
2007-04-17	Zeiss	CCD105	0.347(1)	Clear, B
2007-04-17	Boller & Chivens	CCD105	0.346(1)	U
2007-04-19	Boller & Chivens	CCD105	0.346(1)	U, V
2007-05-09	Boller & Chivens	CCD106	0.594(1)	Clear
2007-05-10	Zeiss	CCD106	1.240(2)	Clear
2007-05-10	Boller & Chivens	CCD523	0.699(2)	R
2007-06-16	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	Clear, R, I
2007-06-17	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	B, V, R, I
2007-08-16	Perkin-Elmer	CCD106	0.314(1)	U, B, V, R, I
2007-09-16	Boller & Chivens	CCD105	0.346(1)	Clear, R
2007-11-17	Boller & Chivens	CCD105	0.669(2)	R
2008-04-16	Zeiss	CCD105	0.348(1)	R
2008-04-17	Zeiss	CCD105	0.347(1)	R
2008-04-17	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	V, R, I
2008-05-14	Zeiss	SBIG-STL	0.465(2)	R
2008-05-23	Boller & Chivens	CCD105	0.346(1)	I
2008-05-24	Boller & Chivens	CCD105	0.346(1), 0.693(2)	I
2008-05-25	Boller & Chivens	CCD105	0.346(1), 0.693(2)	I
2008-05-26	Boller & Chivens	CCD105	0.346(1), 0.681(2)	I
2008-05-27	Boller & Chivens	CCD105	0.346(1), 0.681(2)	I
2008-07-08	Perkin-Elmer	CCD105	0.176(1)	I

2008-08-11	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1), 1.232(2)	I
2008-09-19	Boller & Chivens	CCD105	0.346(1)	I
2008-09-19	Perkin-Elmer	CCD106	0.314(1)	I
2008-09-22	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	I
2008-09-22	Perkin-Elmer	CCD105	0.176(1)	I
2008-09-23	Boller & Chivens	CCD106	0.616(1)	I
2008-09-23	Perkin-Elmer	CCD105	0.176(1)	I
2008-11-03	Boller & Chivens	CCD106	0.612(1)	I
2009-05-09	Zeiss	CCD547	Desconhecido	Metano
2009-05-10	Zeiss	CCD547	Desconhecido	Clear, Metano
2009-06-15	Zeiss	CCD301	Desconhecido	Clear, Metano
2009-06-21	Perkin-Elmer	CCD105	0.176(1)	Clear, I
2009-06-22	Perkin-Elmer	CCD105	0.176(1)	Clear, I, Metano
2009-06-28	Zeiss	CCD301	Desconhecido	Clear, I, Metano
2009-06-29	Zeiss	CCD547	Desconhecido	Metano
2009-07-17	Boller & Chivens	CCD105	0.334(1)	Clear, V, I
2009-07-19	Boller & Chivens	CCD105	0.337(1)	Clear, V, I
2009-07-20	Boller & Chivens	CCD105	0.346(1)	B, I, Metano
2009-07-21	Boller & Chivens	CCD105	0.346(1)	Clear, I, Metano
2009-08-21	Boller & Chivens	CCD105	0.346(1), 0.691(2)	Clear, I
2009-08-22	Boller & Chivens	CCD105	0.346(1), 0.693(2)	Clear
2009-09-03	Zeiss	CCD106	0.621(1), 1.242(2)	Clear, I, Metano
2009-09-04	Zeiss	CCD106	0.621(1), 1.242(2)	Clear, I, Metano
2009-09-07	Boller & Chivens	CCD105	0.667(2)	Clear
2009-09-18	Perkin-Elmer	CCD105	0.176(1)	Clear, I
2009-09-20	Perkin-Elmer	CCD105	0.352(2)	Clear
2010-05-03	Boller & Chivens	IKON	0.336(1), 0.670(2)	Clear
2010-05-04	Boller & Chivens	IKON	0.334(1), 0.670(2)	Clear
2010-05-05	Boller & Chivens	IKON	0.670(2)	Clear
2010-05-06	Boller & Chivens	IKON	0.669(2)	Clear
2010-05-07	Boller & Chivens	IKON	0.668(2)	Clear
2010-05-28	Zeiss	IKON	0.348(1)	Desconhecido

2010-06-06	Perkin-Elmer	IKON ou IXON	0.176(1)	Clear
2010-06-14	Perkin-Elmer	IKON ou IXON	0.176(1), 0.353(2)	I
2010-06-15	Perkin-Elmer	IKON ou IXON	0.176(1), 0.353(2)	R, Metano
2010-06-16	Perkin-Elmer	IKON ou IXON	0.176(1), 0.353(2)	R
2010-06-17	Perkin-Elmer	IKON ou IXON	0.176(1), 0.353(2)	R, Metano
2010-06-18	Perkin-Elmer	IKON ou IXON	0.353(2)	R
2010-06-19	Perkin-Elmer	IKON ou IXON	0.176(1), 0.353(2)	R
2010-07-03	Boller & Chivens	IKON	0.701(2)	R, Metano
2010-07-04	Boller & Chivens	IKON	0.700(2)	Clear, R, Metano
2010-07-05	Boller & Chivens	IKON	0.700(2)	Clear, R, Metano
2010-07-06	Boller & Chivens	IKON	0.703(2)	Clear, R, Metano
2010-08-17	Zeiss	IKON	0.348(1)	Clear, I
2010-09-04	Boller & Chivens	IKON	0.391(1)	R
2010-10-05	Boller & Chivens	IKON	0.334(1)	Clear
2010-10-18	Perkin-Elmer	IKON	0.176(1)	Clear
2010-10-19	Perkin-Elmer	IKON	0.176(1), 0.353(2)	Clear, I, Metano
2011-05-22	Boller & Chivens	IKON	0.691(2)	I
2011-05-23	Boller & Chivens	IKON	0.691(2)	I
2011-06-04	Perkin-Elmer	IKON	0.353(2)	I
2011-06-05	Perkin-Elmer	IKON	0.353(2)	I
2011-06-06	Perkin-Elmer	IKON	0.353(2)	I
2011-08-18	Boller & Chivens	IKON	0.346(1), 0.692(2)	I
2011-09-02	Boller & Chivens	IKON	0.346(1)	I
2011-09-03	Boller & Chivens	IKON	0.345(1)	I
2011-09-03	Perkin-Elmer	IKON	0.176(1)	I, Metano
2011-09-04	Boller & Chivens	IKON	0.345(1)	I
2011-09-09	Boller & Chivens	IKON	0.345(1)	I
2011-09-17	Perkin-Elmer	IKON	0.176(1)	I
2011-09-18	Perkin-Elmer	IKON	0.176(1), 0.353(2)	I
2011-09-19	Perkin-Elmer	IKON	0.176(1), 0.353(2)	I
2011-09-22	Boller & Chivens	IKON	0.354(1)	I
2011-09-25	Boller & Chivens	IKON	0.349(1)	I

2011-09-26	Boller & Chivens	IKON	0.350(1), 0.701(2)	Clear, I
2012-05-02	Boller & Chivens	IKON	0.702(2)	R
2012-05-02	Perkin-Elmer	IKON	0.353(2)	R
2012-05-11	Boller & Chivens	IKON	0.702(2)	R
2012-05-23	Boller & Chivens	IKON	0.350(1)	Clear, I
2012-05-24	Boller & Chivens	IKON	0.350(1)	I
2012-05-26	Boller & Chivens	IKON	0.350(1)	Clear, I
2012-05-27	Boller & Chivens	IKON	0.350(1)	Clear, I
2012-05-28	Boller & Chivens	IKON	0.350(1)	I
2012-09-15	Boller & Chivens	IKON	0.347(1)	Desconhecido
2012-09-16	Boller & Chivens	IKON	0.347(1)	Desconhecido
2012-09-17	Boller & Chivens	IKON	0.347(1)	Clear
2012-09-18	Boller & Chivens	IKON	0.347(1)	Clear
2012-10-18	Boller & Chivens	IKON	0.342(1)	Clear, R
2012-10-19	Boller & Chivens	IKON	0.342(1)	Desconhecido

Tabela A.1: Tabela detalhada das observações do OPD

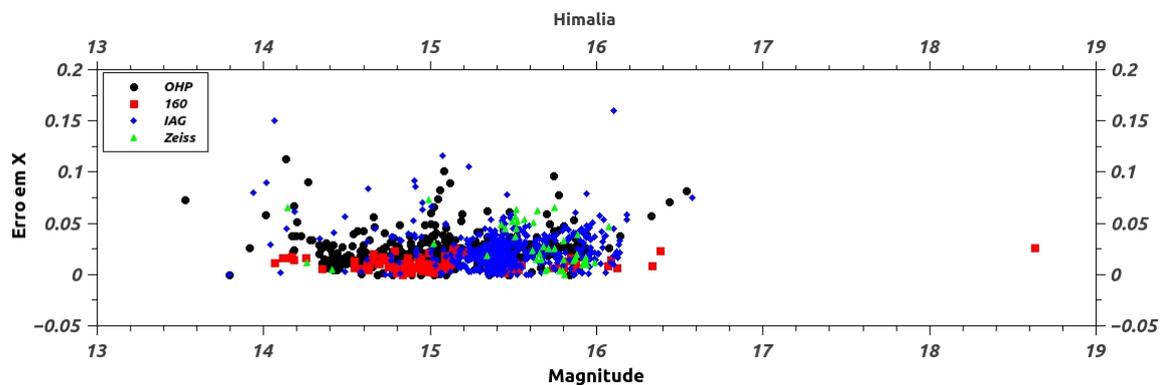
B Gráficos de Erros (x,y) de Medida dos Ajustes de Gaussianas

Para cada satélite, no lugar de uma concentração de pontos em torno de uma mesma magnitude, nota-se que os pontos distribuem-se dentro de uma faixa de magnitudes, que varia um pouco de satélite a satélite. Isto se dá porque a magnitude dos satélites varia de acordo com a distância do satélite à Terra, devido aos seus movimentos orbitais, e com erros de ponto zero da fotometria, já que a fotometria é feita pelo PRAIA tomando o UCAC4 como referência, e o mesmo não é um catálogo com magnitudes fotométricas, e o comprimento de onda do astrógrafo do UCAC é diferente do comprimento de onda das observações do CCD usado nos telescópios do OHP e do OPD.

Nos gráficos, o eixo vertical representa o valor do erro (x,y) dos ajustes de Gaussianas nas coordenadas α e δ , respectivamente, como descrito na subseção 3.4.2).

B.1 Satélites de Júpiter

B.1.1 Grupo Irregular Prógrado Himalia



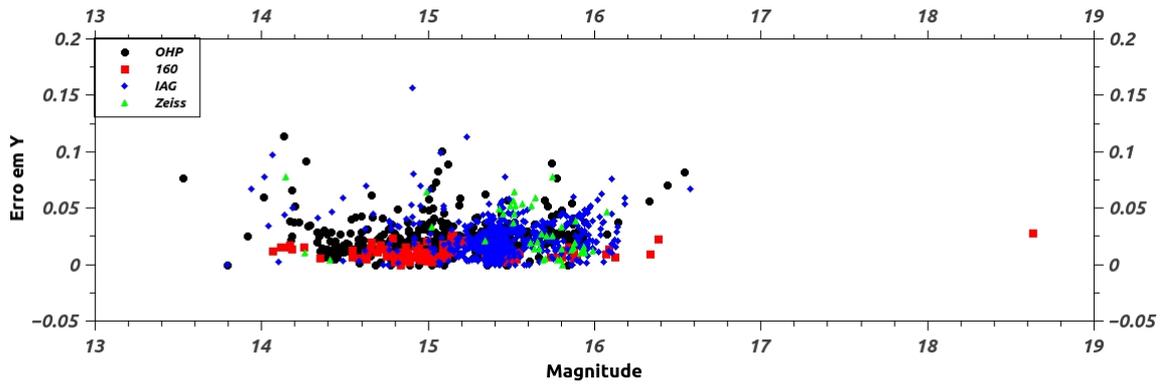


Figura B.1: Erro (x,y) Por Magnitude de Himalia

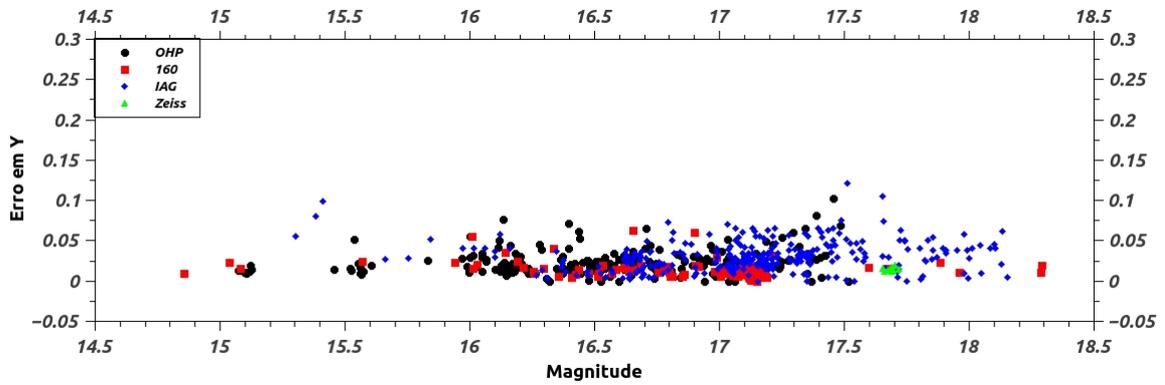
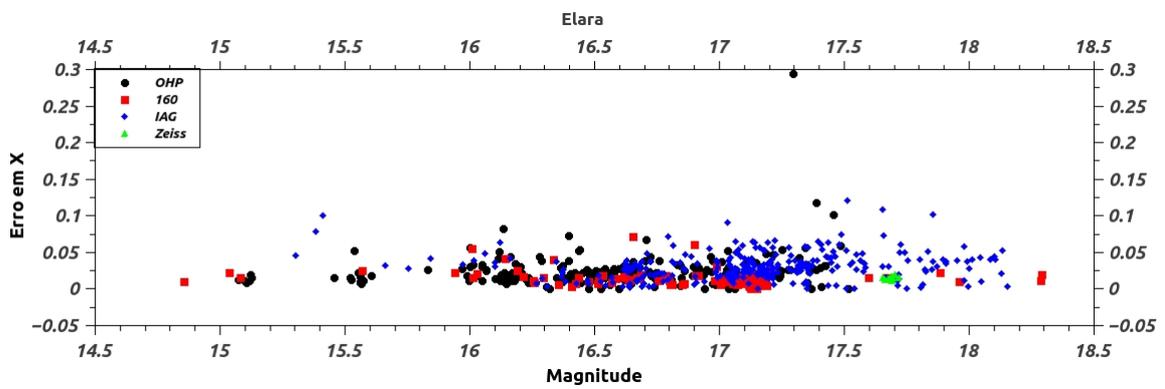
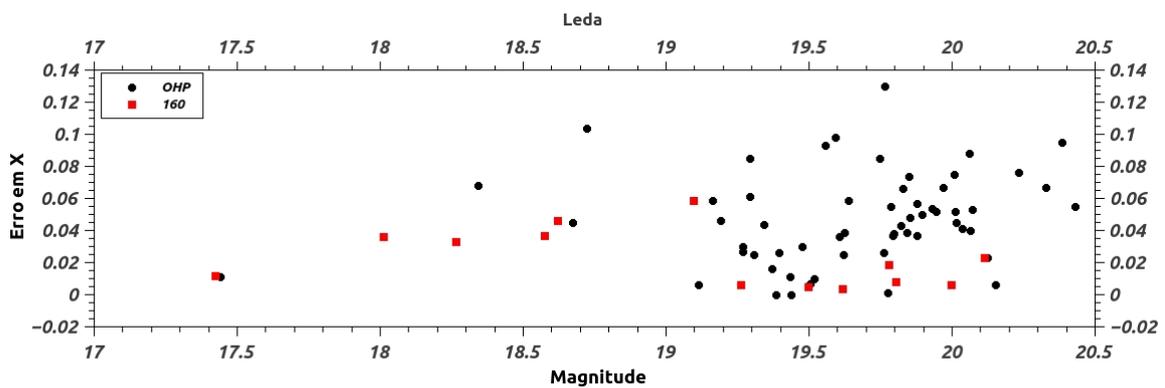


Figura B.2: Erro (x,y) Por Magnitude de Elara



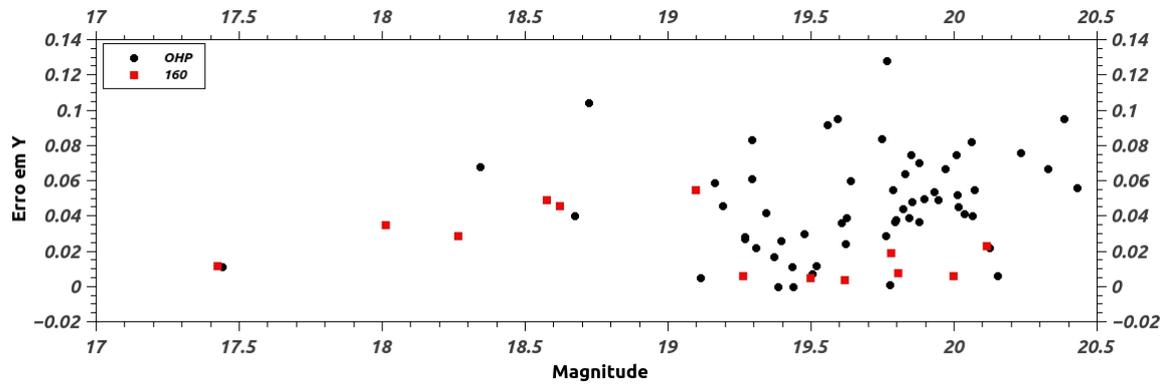


Figura B.3: Erro (x,y) Por Magnitude de Leda

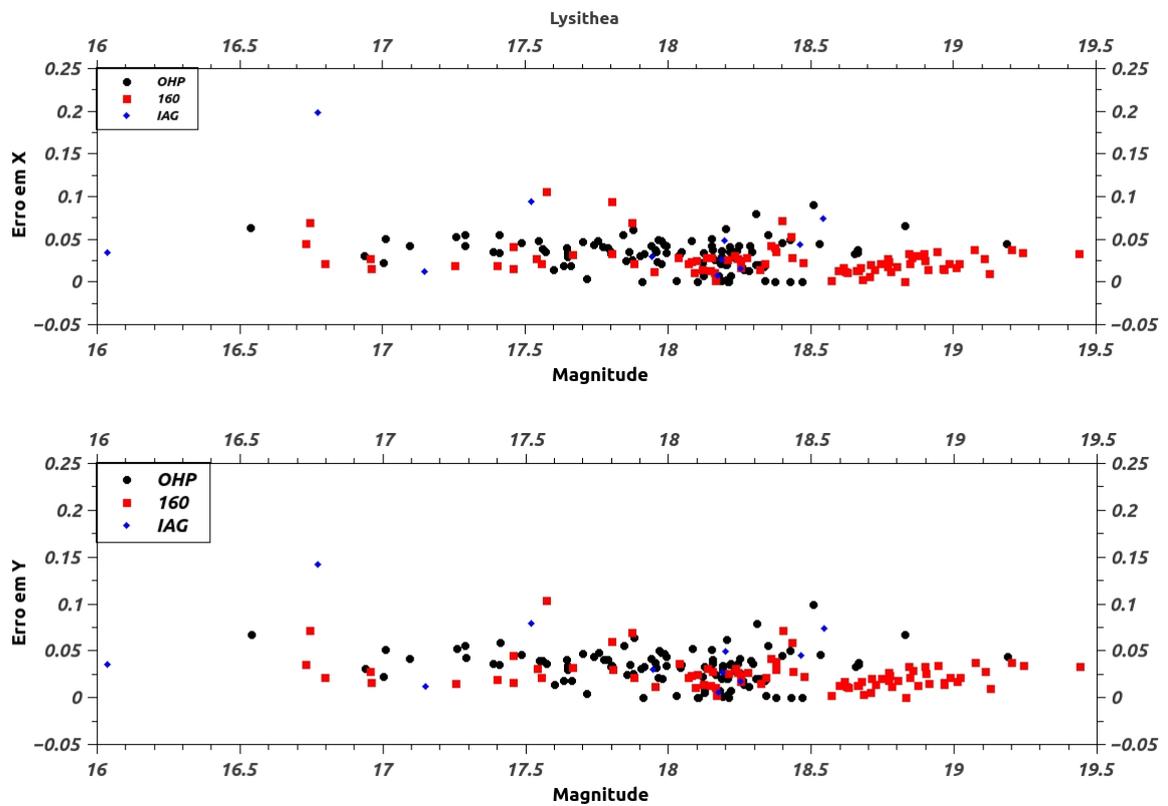


Figura B.4: Erro (x,y) Por Magnitude de Lysithea

B.1.2 Grupo Irregular Retrógado Ananke

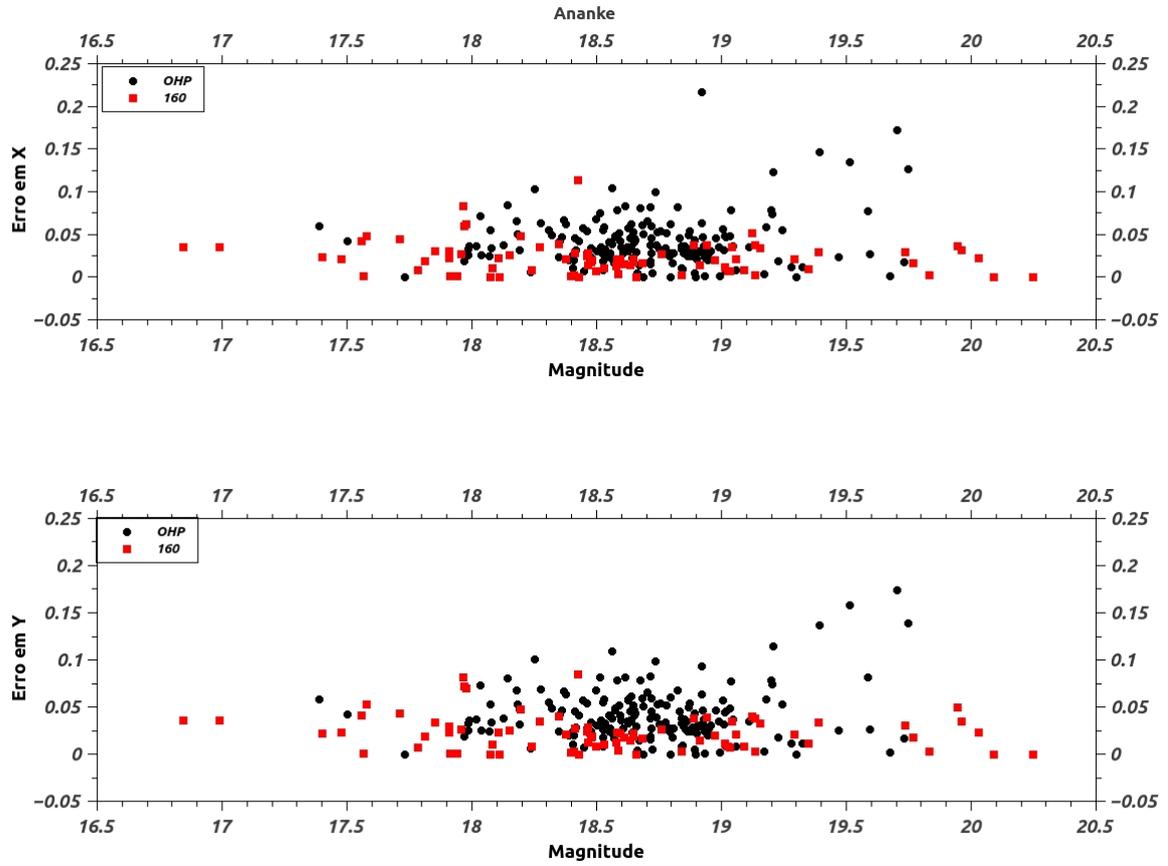
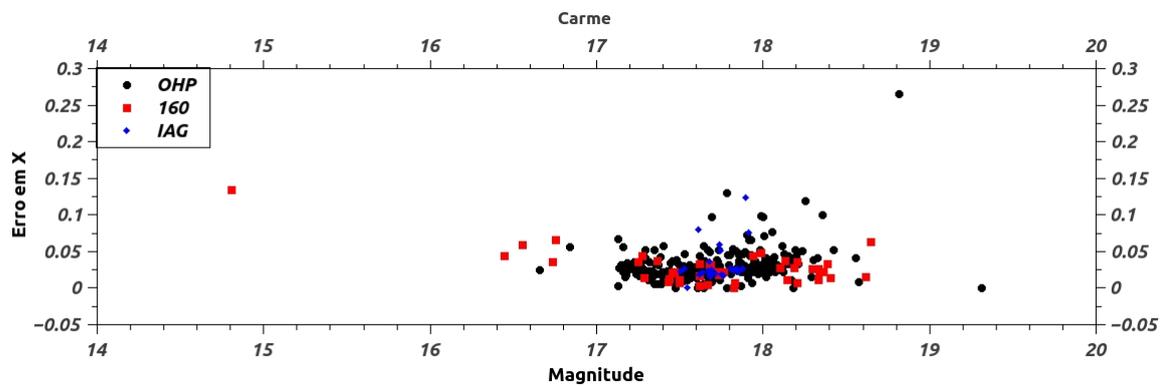


Figura B.5: Erro (x,y) Por Magnitude de Ananke

B.1.3 Grupo Irregular Retrógado Carme



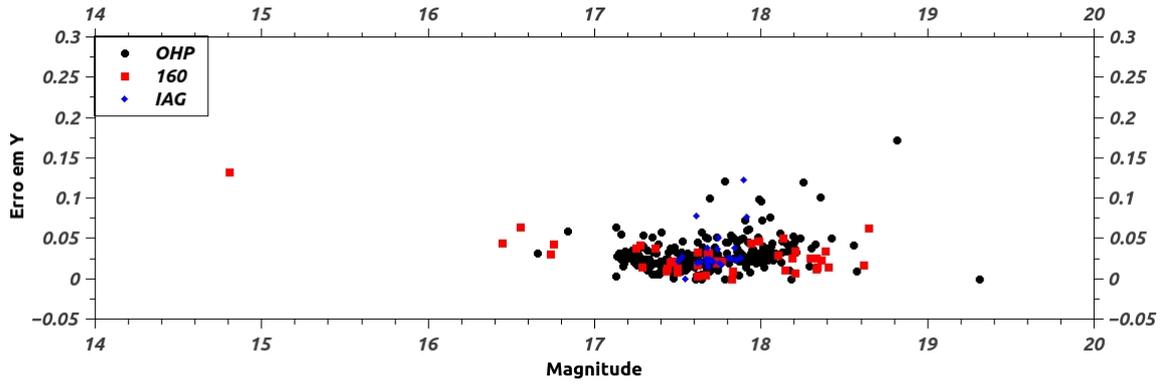


Figura B.6: Erro (x,y) Por Magnitude de Carme

B.1.4 Grupo Irregular Retrógrado Pasiphae

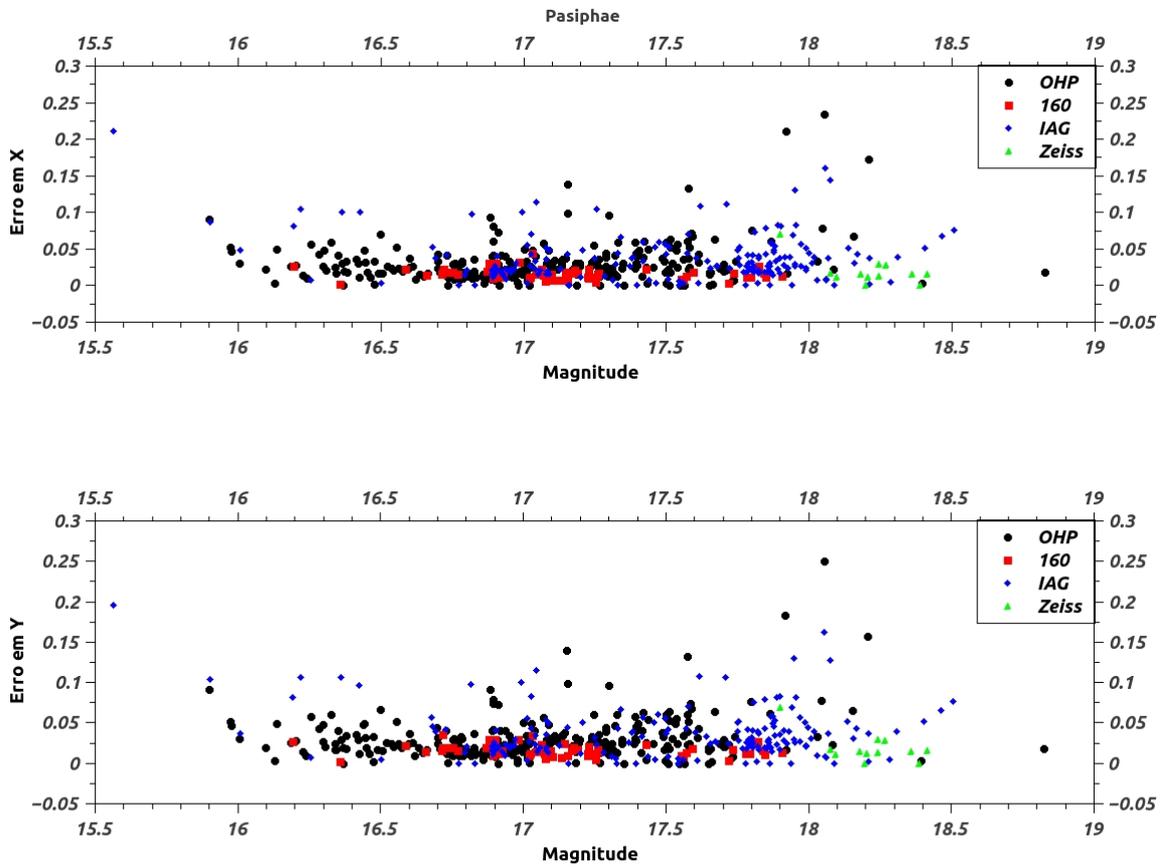


Figura B.7: Erro (x,y) Por Magnitude de Pasiphae

B.1.5 Grupo Irregular Retrógrado Sinope

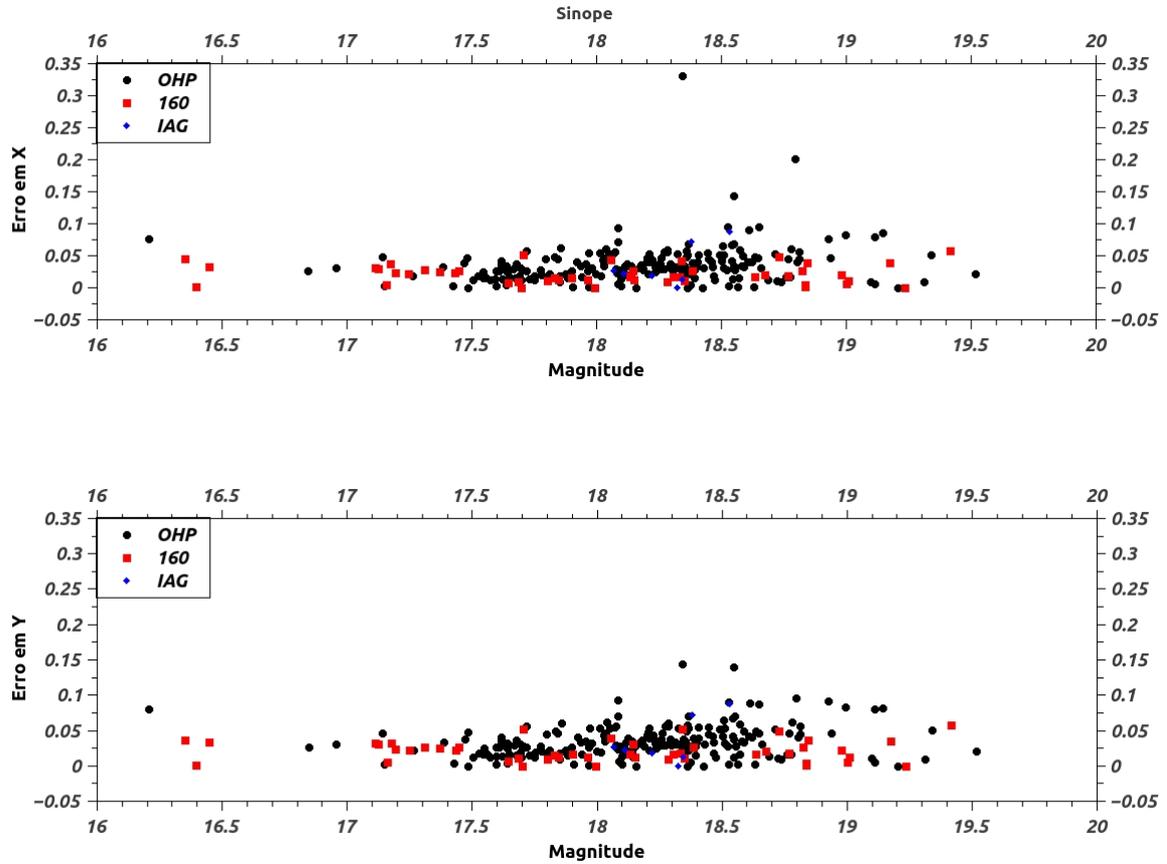
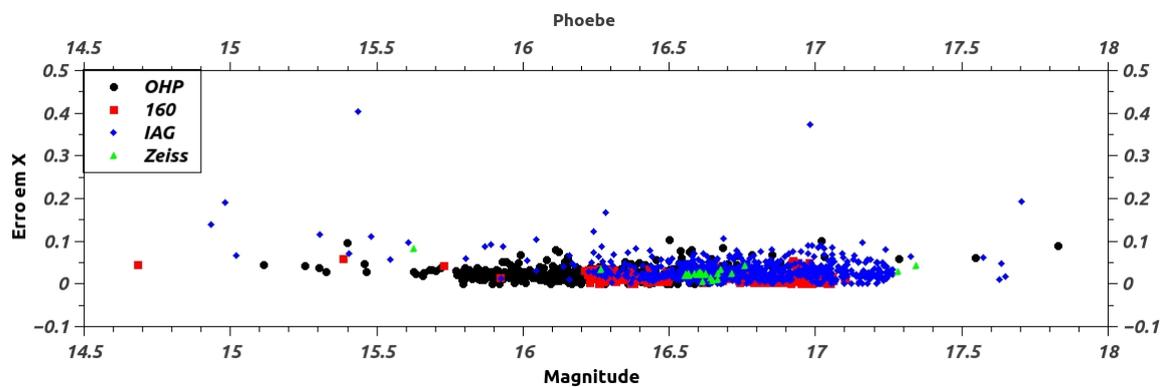


Figura B.8: Erro (x,y) Por Magnitude de Sinope

B.2 Satélites de Saturno



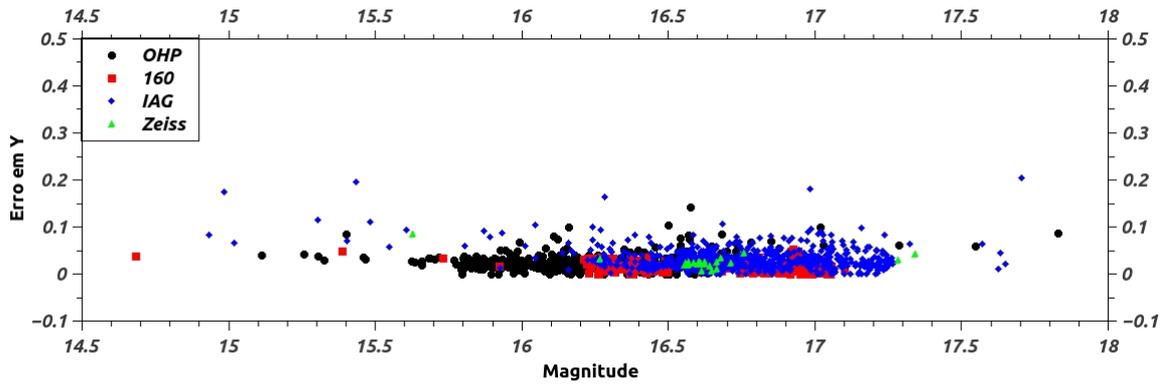


Figura B.9: Erro (x,y) Por Magnitude de Phoebe

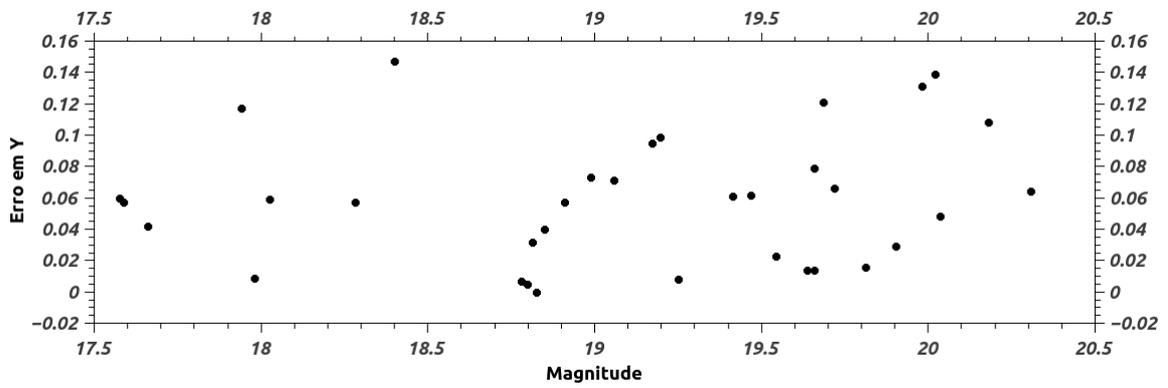
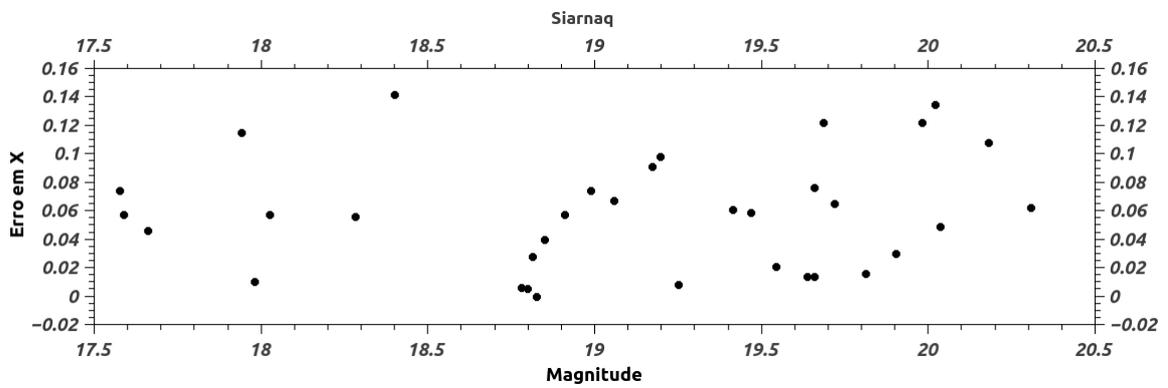


Figura B.10: Erro (x,y) Por Magnitude de Siarnaq (apenas OHP)

C Tabelas de Dados Noite a Noite

As tabelas neste anexo foram obtidas utilizando uma tarefa do pacote PRAIA, que fez a estatística dos dados noite a noite. Foram eliminados offsets entre posição e efeméride que excederam 120 mas da média e aquelas que excederam a 2 vezes o sigma da estatística da noite (tais fatores podem ser modificados pelo usuário). Após cada eliminação (uma posição discrepante é retirada de cada vez), é tomada uma nova estatística da noite até que ela esteja dentro dos limites escolhidos.

As 5 primeiras colunas são os dados obtidos após todo o processo. São fornecidas as médias em Ascensão Reta (`off_ra`) e Declinação (`off_de`) e seus respectivos erros ("`E_a`" para Ascensão Reta e "`E_d`" para Declinação) em mas. A coluna "`Nfr`" se refere à quantidade de imagens que foram utilizadas. Após elas há mais 5 colunas com os resultados sem eliminação de dados (`off_ra_t`, `off_de_t`, `E_a_t` e `E_d_t`) e a quantidade total de imagens da noite (`Nfr_t`). Para completar as informações, temos as colunas de Data Juliana (JD) e Ano, dadas pelo instante médio das observações, os erros médios em Alfa (`S_a`) e Delta (`S_d`) dado em mili-segundo de arco das estrelas do catálogo de referência e, por último, o número médio de estrelas de referência por imagem.

C.1 Satélites de Júpiter

C.1.1 Grupo Irregular Prógrado Himalia

Himalia

Himalia - LNA - Perkin-Elmer														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
50.7	-108.3	21.1	21.5	3	50.7	-108.3	21.1	21.5	3	2449877.661075	1995.436443	60.3	47.3	13
-27.0	-47.5	17.0	3.5	2	-27.0	-47.5	17.0	3.5	2	2449881.609068	1995.447252	66.5	48.0	10
-24.0	-30.5	15.6	3.5	2	-24.0	-30.5	15.6	3.5	2	2449905.574592	1995.512866	53.5	33.5	12
-22.5	11.5	0.7	4.9	2	-22.5	11.5	0.7	4.9	2	2449934.443773	1995.591906	68.0	40.5	14
-14.5	-78.0	16.3	5.7	2	-14.5	-78.0	16.3	5.7	2	2449937.443119	1995.600118	35.5	34.5	12
-599.5	-5.8	9.3	5.1	4	-599.5	-5.8	9.3	5.1	4	2450255.562937	1996.471082	51.3	45.0	43
189.0	-125.0	-1.0	-1.0	1	189.0	-125.0	-1.0	-1.0	1	2450256.534805	1996.473743	51.0	55.0	52
-214.0	34.8	2.9	6.8	4	-214.0	34.8	2.9	6.8	4	2450258.554803	1996.479273	43.0	41.0	38
-1130.8	0.0	18.3	4.7	4	-1130.8	0.0	18.3	4.7	4	2450259.559189	1996.482023	50.0	40.8	49
-201.7	27.7	17.4	4.3	4	-201.7	27.7	17.4	4.3	4	2450260.590818	1996.484848	52.8	48.5	49
-79.9	-34.1	7.8	11.8	15	-77.9	-35.2	9.9	17.3	18	2450289.503891	1996.564007	52.7	51.3	87
14.9	-48.3	4.7	9.8	9	14.9	-48.3	4.7	9.8	9	2450290.606410	1996.567026	49.3	53.3	100
-16.3	-2.5	5.8	26.4	8	90.7	85.6	331.2	286.1	10	2450291.578983	1996.569689	54.4	53.3	81

53.0	-15.3	28.6	8.1	3	53.0	-15.3	28.6	8.1	3	2450357.472916	1996.750096	54.3	53.7	92
109.5	-31.0	70.0	18.1	4	109.5	-31.0	70.0	18.1	4	2450358.429098	1996.752714	55.8	49.5	102
279.3	-75.0	50.7	15.4	4	279.3	-75.0	50.7	15.4	4	2450672.680596	1997.613088	6.3	10.0	3
8.5	122.0	4.9	8.5	2	8.5	122.0	4.9	8.5	2	2450673.683831	1997.615835	39.5	30.5	5
114.0	-26.0	25.5	4.2	2	114.0	-26.0	25.5	4.2	2	2450674.591174	1997.618319	2.5	128.0	4
47.0	-16.8	9.3	4.9	4	47.0	-16.8	9.3	4.9	4	2450675.641828	1997.621195	32.3	12.3	3
664.5	-57.5	7.8	43.1	2	664.5	-57.5	7.8	43.1	2	2450676.679687	1997.624037	21.0	24.0	5
20.5	-140.0	16.0	37.0	4	20.5	-140.0	16.0	37.0	4	2450745.498981	1997.812454	49.8	74.3	7
-110.2	-10.2	3.1	7.5	23	-110.6	-8.6	6.9	7.9	32	2455004.860328	2009.473950	21.8	28.6	6
-87.8	-40.7	5.8	3.7	26	-86.4	-39.5	11.3	7.8	43	2455005.853584	2009.476669	37.3	45.2	7
339.9	-321.5	58.8	58.0	12	322.3	-273.0	134.8	329.6	19	2455488.642973	2010.798474	0.0	0.0	3
3.9	-32.2	12.2	11.7	25	-1.0	-34.3	28.4	12.4	31	2455489.629239	2010.801175	104.8	25.0	5

Tabela C.1: Big Table Himalia - Perkin-Elmer

Himalia - LNA - Boller & Chivens														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
46.8	21.2	20.6	13.1	10	46.8	21.2	20.6	13.1	10	2453463.519719	2005.253989	58.0	53.7	11
57.2	33.6	16.9	14.9	13	59.6	31.1	26.2	20.8	17	2453464.548991	2005.256807	37.0	59.8	9
28.1	-48.5	23.5	17.8	17	30.3	-43.5	34.0	21.1	20	2453894.469993	2006.433867	52.1	46.8	25

3.4	-73.6	14.0	12.0	34	2.6	-73.9	29.1	24.2	51	2453918.530795	2006.499742	48.8	43.1	19
22.3	-5.3	35.2	33.6	13	22.3	-5.3	35.2	33.6	13	2453978.500683	2006.663930	49.7	47.8	19
54.4	14.7	7.3	22.1	10	46.6	17.2	16.5	21.8	13	2453979.475537	2006.666599	55.6	58.0	22
-98.7	-82.9	17.2	12.1	13	-95.2	-69.7	56.3	44.1	20	2454147.779973	2007.127392	59.4	53.1	101
-93.0	-86.0	-1.0	-1.0	1	-93.0	-86.0	-1.0	-1.0	1	2454149.771737	2007.132845	63.0	56.0	129
-183.4	-88.0	30.8	24.9	5	-183.4	-88.0	30.8	24.9	5	2454205.640316	2007.285805	63.0	59.6	97
-114.1	-59.6	7.5	12.9	7	-118.5	-63.6	14.2	16.5	8	2454574.730393	2008.296318	50.9	54.1	91
-72.9	-17.9	17.8	23.0	28	-71.2	-20.7	31.6	30.4	33	2454610.765840	2008.394978	54.0	55.9	90
-76.0	-56.9	13.1	19.3	26	-76.0	-56.9	13.1	19.3	26	2454612.804254	2008.400559	55.2	54.5	116
-33.9	8.0	5.4	15.5	9	-30.5	12.9	9.2	19.4	12	2454690.490509	2008.613252	50.7	51.2	133
-7.8	-20.9	12.2	18.3	31	-13.5	-22.5	22.0	19.3	35	2454729.513237	2008.720090	51.4	54.3	262
45.8	-8.5	14.4	7.4	13	49.7	-7.0	28.2	10.7	19	2455030.765483	2009.544874	58.5	44.7	16
-123.0	8.9	11.4	20.4	25	-121.8	9.9	18.6	19.9	30	2455382.827270	2010.508767	51.4	57.0	14
-141.3	-1.3	29.6	23.4	8	-141.3	-1.3	29.6	23.4	8	2455383.852359	2010.511573	55.5	63.3	10
-143.5	-18.5	21.0	16.5	8	-143.5	-18.5	21.0	16.5	8	2455384.851898	2010.514310	74.9	46.9	8
-8.4	11.8	32.5	41.4	5	-8.4	11.8	32.5	41.4	5	2455807.850518	2011.672417	49.2	71.6	13
-0.7	74.4	15.5	27.7	51	0.9	75.8	58.0	35.0	70	2455808.814569	2011.675057	57.7	71.3	11
-45.4	166.3	46.8	112.0	10	118.4	47.1	300.5	586.2	29	2455809.789182	2011.677725	53.4	60.2	7
46.8	-35.6	27.0	17.6	20	46.8	-35.6	27.0	17.6	20	2456186.790131	2012.709897	59.3	58.5	51
31.7	-43.1	28.1	21.9	18	34.0	-46.4	34.8	24.5	20	2456187.812541	2012.712696	57.3	62.9	52

58.4	-36.8	26.9	46.6	19	58.4	-36.8	26.9	46.6	19	2456188.777729	2012.715339	56.5	60.4	48
65.3	-55.1	20.0	12.3	18	64.9	-54.3	26.2	12.4	20	2456189.772667	2012.718063	59.6	60.2	57
7.6	-80.6	69.3	48.5	25	-17.9	-90.1	211.2	128.4	30	2456219.700604	2012.800001	57.2	57.3	36

Tabela C.2: Big Table Himalia - Boller & Chivens

Himalia - LNA - Zeiss														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
-164.9	-114.1	19.9	12.6	10	-164.9	-114.1	19.9	12.6	10	2454208.633653	2007.294000	61.1	56.9	151
-66.5	-26.8	25.3	16.3	11	-70.7	-25.2	67.3	32.3	15	2454574.785963	2008.296470	58.7	58.9	99
-114.1	56.9	56.2	55.6	16	-128.2	68.7	146.5	108.7	19	2454601.659452	2008.370046	50.7	52.9	69

Tabela C.3: Big Table Himalia - Zeiss

Himalia - OHP														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
-119.1	-47.7	45.5	34.5	11	-95.8	-17.7	91.5	109.2	12	2451037.477788	1998.611848	48.2	51.8	13
-95.8	-35.4	25.7	36.9	17	-120.8	-45.2	128.7	58.8	19	2451038.513476	1998.614684	41.9	56.4	13
-45.0	-69.0	1.4	5.7	2	-127.0	-61.7	142.0	13.3	3	2451043.538235	1998.628441	53.5	55.5	22
43.5	3.5	24.7	26.2	2	43.5	3.5	24.7	26.2	2	2451088.298697	1998.750988	52.5	62.5	10

-37.0	-4.2	26.8	18.8	11	-29.6	-3.1	31.8	41.7	14	2451164.251757	1998.958937	38.0	57.5	12
20.8	64.9	19.4	10.6	9	0.2	61.4	49.9	25.8	12	2451460.585946	1999.770255	40.1	44.6	14
9.9	47.0	16.0	22.3	9	5.0	47.0	21.6	21.0	10	2451463.396639	1999.777951	49.8	52.1	19
-21.6	-27.6	14.3	13.5	9	-21.6	-27.6	14.3	13.5	9	2451516.306768	1999.922811	27.8	47.1	12
-52.9	-29.0	25.8	21.6	7	-52.9	-29.0	25.8	21.6	7	2451518.401131	1999.928545	46.3	35.1	11
-42.6	-37.8	12.9	12.2	13	-42.6	-37.8	12.9	12.2	13	2451519.377125	1999.931217	61.8	32.4	7
1.8	34.2	15.2	21.6	5	1.8	34.2	15.2	21.6	5	2451521.258479	1999.936368	40.0	56.6	14
-25.2	16.0	19.1	10.4	8	-4.3	7.2	50.0	28.6	10	2451858.543380	2000.859803	44.0	47.9	22
-11.8	50.2	67.3	14.3	5	-11.8	50.2	67.3	14.3	5	2451868.517006	2000.887110	55.0	54.4	16
4.0	39.2	23.6	22.5	15	13.3	30.1	77.0	29.6	18	2451869.564824	2000.889978	56.0	59.1	19
-6.0	30.6	6.5	4.8	8	-6.0	30.6	6.5	4.8	8	2451873.445398	2000.900603	41.9	52.0	25
16.0	66.3	84.2	20.3	4	16.0	66.3	84.2	20.3	4	2451876.445126	2000.908816	43.3	47.8	23
5.0	-60.0	7.1	22.6	2	5.0	-60.0	7.1	22.6	2	2452230.588416	2001.878407	49.0	44.5	135
-13.7	-61.8	49.8	30.3	4	-13.7	-61.8	49.8	30.3	4	2452231.630013	2001.881259	46.5	46.0	70
-7.9	-22.4	15.2	17.8	10	-7.9	-22.4	15.2	17.8	10	2452233.622248	2001.886713	51.1	45.0	120
0.4	-45.3	18.8	34.5	7	6.3	-63.1	24.0	59.7	8	2452236.489976	2001.894565	47.9	45.1	94
42.0	32.0	8.8	10.7	9	38.4	32.5	14.1	10.2	10	2452263.596659	2001.968779	41.9	38.8	134
31.3	44.2	8.1	8.6	6	31.3	44.2	8.1	8.6	6	2452265.388718	2001.973685	48.7	46.5	112
36.4	8.5	10.3	9.8	11	35.2	14.2	13.0	19.8	13	2452285.441302	2002.028586	40.6	41.1	69
15.0	31.4	10.2	8.2	5	15.0	31.4	10.2	8.2	5	2452313.248249	2002.104717	51.2	48.0	177

21.0	18.8	28.6	23.3	4	21.0	18.8	28.6	23.3	4	2452314.318079	2002.107647	46.0	44.5	123
4.1	-20.1	24.8	17.4	10	4.1	-20.1	24.8	17.4	10	2452358.380484	2002.228283	47.3	50.5	130
20.6	-5.6	26.1	11.8	8	17.7	-0.4	25.9	19.1	9	2452361.337806	2002.236380	53.0	48.4	152
-9.0	22.2	33.5	27.1	6	-9.0	22.2	33.5	27.1	6	2452362.372286	2002.239212	47.2	49.8	152
-4.3	-63.5	26.9	9.0	6	-4.3	-63.5	26.9	9.0	6	2452637.505930	2002.992487	49.0	62.2	16
15.9	-24.5	8.9	2.2	8	15.0	-28.3	7.8	7.4	11	2452638.514464	2002.995248	30.5	50.2	20
62.3	18.9	43.1	39.1	15	62.3	18.9	43.1	39.1	15	2452654.437778	2003.038844	52.9	60.3	18
66.5	15.9	25.2	21.0	8	66.5	15.9	25.2	21.0	8	2452655.490343	2003.041725	44.0	50.2	22
-151.0	-396.0	210.7	80.6	2	-151.0	-396.0	210.7	80.6	2	2452657.398605	2003.046950	46.5	61.5	14
-56.3	4.0	24.9	18.6	6	-56.3	4.0	24.9	18.6	6	2452675.390496	2003.096209	50.2	56.3	13
24.2	4.7	97.9	52.3	6	24.2	4.7	97.9	52.3	6	2452726.450203	2003.236003	46.8	45.0	33
142.5	-17.0	85.6	58.0	2	142.5	-17.0	85.6	58.0	2	2452727.421971	2003.238663	41.0	45.0	37
12.2	4.2	17.3	9.5	6	49.9	3.9	101.0	8.7	7	2452731.298902	2003.249278	39.5	34.2	40
48.2	27.5	102.6	63.6	4	48.2	27.5	102.6	63.6	4	2452771.442291	2003.359184	63.8	52.8	16
32.4	-22.0	32.0	38.5	9	32.4	-22.0	32.0	38.5	9	2452772.359919	2003.361697	54.7	46.8	28
38.8	-7.8	24.2	14.2	10	40.6	-1.2	23.8	25.7	11	2452773.356938	2003.364426	46.4	48.0	29
113.0	-125.0	-1.0	-1.0	1	113.0	-125.0	-1.0	-1.0	1	2453025.555423	2004.054908	82.0	124.0	5
28.7	-13.2	100.9	22.1	4	28.7	-13.2	100.9	22.1	4	2453090.472372	2004.232641	60.0	46.8	6
-26.3	95.9	24.2	17.7	7	-25.5	104.0	22.6	28.3	8	2453115.348922	2004.300749	52.9	50.0	14
-44.4	110.9	27.6	10.1	8	-42.1	114.9	26.7	15.3	9	2453116.332183	2004.303441	58.1	44.0	17

-35.8	72.2	18.2	24.5	11	-30.6	62.2	24.4	33.2	13	2453143.352744	2004.377420	47.1	52.4	18
-21.9	51.5	12.4	19.7	8	1.7	58.1	62.2	29.6	10	2453146.382304	2004.385714	59.5	57.6	15
-35.0	-73.2	39.0	40.2	10	-35.0	-73.2	39.0	40.2	10	2453437.458149	2005.182636	50.0	60.6	16
-27.9	-102.3	34.5	14.8	8	-12.4	-108.7	56.4	23.7	9	2453438.480172	2005.185435	45.9	54.3	16
15.5	-85.1	22.4	15.9	11	19.2	-88.7	24.8	19.6	12	2453440.487785	2005.190931	53.8	42.1	21
163.0	-25.0	106.1	50.9	2	163.0	-25.0	106.1	50.9	2	2453463.389675	2005.253633	68.0	50.0	7
22.2	3.2	39.9	17.8	5	22.2	3.2	39.9	17.8	5	2453467.471429	2005.264808	44.8	51.0	10
-99.3	68.8	11.2	17.9	6	-115.7	80.9	165.2	61.1	10	2453474.435539	2005.283875	43.8	48.8	17
-91.4	59.6	50.5	11.1	7	-122.1	67.3	98.6	24.0	8	2453475.395188	2005.286502	44.6	47.1	9
120.5	50.5	283.5	207.2	2	120.5	50.5	283.5	207.2	2	2453839.511531	2006.283399	61.0	70.0	10
201.0	-293.8	83.7	33.1	4	201.0	-293.8	83.7	33.1	4	2454704.347246	2008.651190	57.2	59.0	228

Tabela C.4: Big Table Himalia - OHP

Elara

Elara - LNA - Perkin-Elmer														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
29.5	-113.0	2.1	15.6	2	29.5	-113.0	2.1	15.6	2	2449860.666568	1995.389915	78.0	65.0	6
144.0	327.5	309.7	549.4	2	144.0	327.5	309.7	549.4	2	2449877.665711	1995.436456	55.5	43.5	15

148.5	-199.5	51.6	38.9	2	148.5	-199.5	51.6	38.9	2	2449880.627361	1995.444564	39.5	58.0	9
178.5	-276.5	164.8	78.5	2	178.5	-276.5	164.8	78.5	2	2449881.616834	1995.447274	96.5	52.5	5
6.0	-170.5	14.1	26.2	2	6.0	-170.5	14.1	26.2	2	2449905.578177	1995.512876	43.5	44.0	11
-260.5	680.5	101.1	125.2	2	-399.0	809.0	250.3	239.5	3	2450255.569768	1996.471101	55.0	48.0	52
-115.7	-73.8	13.1	9.2	4	-115.7	-73.8	13.1	9.2	4	2450256.553721	1996.473795	48.8	41.2	57
-119.0	-58.0	-1.0	-1.0	1	-119.0	-58.0	-1.0	-1.0	1	2450258.564027	1996.479299	48.0	45.0	61
-717.0	-179.8	24.0	10.2	4	-717.0	-179.8	24.0	10.2	4	2450259.570353	1996.482054	59.3	47.5	41
-82.0	-31.3	50.1	8.5	4	-82.0	-31.3	50.1	8.5	4	2450260.606669	1996.484891	49.3	45.0	51
43.6	-27.7	12.1	14.3	13	43.6	-27.7	12.1	14.3	13	2450289.516135	1996.564041	51.2	45.0	56
103.0	-27.3	7.2	11.9	6	103.0	-27.3	7.2	11.9	6	2450291.587884	1996.569713	51.5	56.2	69
91.7	43.3	95.4	84.3	3	91.7	43.3	95.4	84.3	3	2450357.474852	1996.750102	53.7	45.0	67
34.0	-52.7	49.1	5.7	3	34.0	-52.7	49.1	5.7	3	2450358.435976	1996.752733	51.7	53.0	81
109.5	-80.0	6.4	2.8	2	109.5	-80.0	6.4	2.8	2	2450673.689218	1997.615850	1.0	124.5	4
-81.2	-172.5	61.6	49.9	4	-81.2	-172.5	61.6	49.9	4	2450674.650133	1997.618480	70.0	58.8	5
116.5	-94.0	36.6	68.2	4	116.5	-94.0	36.6	68.2	4	2450675.647905	1997.621212	61.8	17.3	5
102.0	-16.0	-1.0	-1.0	1	102.0	-16.0	-1.0	-1.0	1	2450745.504050	1997.812468	76.0	56.0	9
52.0	69.0	0.0	0.0	2	52.0	69.0	0.0	0.0	2	2451059.597233	1998.672408	0.0	0.0	3
56.5	103.5	17.7	7.8	2	56.5	103.5	17.7	7.8	2	2451060.569259	1998.675069	0.0	0.0	3
97.7	-50.0	9.1	10.8	25	70.8	-46.1	68.6	20.0	35	2455004.773535	2009.473712	66.8	18.8	4
-215.2	295.7	22.2	39.5	6	-142.1	259.8	202.6	93.2	9	2455489.639967	2010.801204	17.7	18.2	3

Tabela C.5: Big Table Elara - Perkin-Elmer

Elara - LNA - Boller & Chivens														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
-53.6	-27.7	63.5	31.8	7	-53.6	-27.7	63.5	31.8	7	2453464.607486	2005.256967	56.6	71.3	8
-10.3	-118.7	21.5	21.5	17	-17.7	-115.9	28.5	24.2	20	2453794.757309	2006.160868	46.4	42.7	30
-50.1	-105.4	11.1	10.0	16	-48.4	-105.3	12.7	9.7	17	2453795.760192	2006.163614	47.5	43.4	29
-8.9	-107.1	19.9	11.5	16	54.2	-113.9	261.2	30.2	17	2453797.757872	2006.169083	44.6	40.8	31
2.5	-126.0	7.8	14.9	4	2.5	-126.0	7.8	14.9	4	2453803.734989	2006.185448	45.5	63.3	21
-7.0	-138.5	29.8	34.2	16	-7.0	-143.5	28.8	39.1	17	2453804.717902	2006.188139	45.0	55.8	23
1.3	-146.5	27.8	16.7	12	0.1	-142.9	27.0	20.6	13	2453808.709384	2006.199067	63.4	51.8	18
-3.5	-33.8	54.0	22.4	25	21.4	-33.5	146.8	46.4	33	2453894.532489	2006.434038	63.5	44.1	15
32.6	-109.1	13.7	30.5	24	54.6	-92.7	37.9	48.0	39	2453920.553939	2006.505281	63.5	57.0	16
75.8	-22.5	34.1	19.9	10	66.0	-23.3	57.6	32.6	13	2453978.440190	2006.663765	60.3	42.6	22
113.6	-7.5	21.5	12.7	11	120.6	-9.9	51.4	27.8	15	2453979.450806	2006.666531	57.5	53.0	22
-45.6	-114.8	18.5	23.3	10	-45.6	-114.8	18.5	23.3	10	2454208.681485	2007.294131	61.3	59.7	144
93.0	-116.0	33.2	29.2	7	72.1	-121.6	66.6	31.4	8	2454574.765607	2008.296415	55.9	54.4	64
42.9	-73.0	85.3	20.3	10	54.3	-51.9	187.4	57.4	15	2454612.782097	2008.400498	54.6	50.0	123
46.3	5.1	41.4	34.0	27	39.1	8.4	63.6	62.1	34	2454729.508775	2008.720078	51.4	54.4	263

123.5	-56.6	14.2	15.1	8	146.0	-59.9	96.8	15.1	10	2455030.818891	2009.545020	59.9	61.4	18
50.9	-51.9	14.4	16.0	15	47.2	-54.1	17.1	22.7	18	2455383.831503	2010.511516	51.2	39.8	9
70.1	-50.8	31.7	46.9	8	70.1	-50.8	31.7	46.9	8	2455384.837790	2010.514271	79.1	53.4	6

Tabela C.6: Big Table Elara - Boller & Chivens

Elara - LNA - Zeiss														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
-44.8	-113.1	17.5	21.4	10	-44.8	-113.1	17.5	21.4	10	2454208.681485	2007.294131	60.6	59.1	146

Tabela C.7: Big Table Elara - Zeiss

Elara - OHP														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
144.0	-61.0	203.6	124.5	2	144.0	-61.0	203.6	124.5	2	2451038.543512	1998.614766	59.5	63.5	8
23.0	267.0	-1.0	-1.0	1	23.0	267.0	-1.0	-1.0	1	2451039.452012	1998.617253	64.0	67.0	9
112.7	38.5	34.0	12.5	10	112.7	38.5	34.0	12.5	10	2451040.622469	1998.620458	49.4	55.3	14
-3.1	-14.3	14.6	20.5	12	-3.1	-14.3	14.6	20.5	12	2451045.448714	1998.633672	43.2	49.0	13
54.3	-43.3	18.3	34.0	7	64.1	-43.5	32.6	31.5	8	2451163.339444	1998.956439	45.6	50.3	13
-2.0	-126.0	28.2	20.0	11	5.9	-125.2	38.4	19.3	12	2451460.426980	1999.769820	57.0	47.8	11

23.3	-132.6	22.1	18.6	9	34.1	-132.1	39.9	17.6	10	2451463.430328	1999.778043	73.8	62.0	8
22.8	19.6	40.4	34.2	5	22.8	19.6	40.4	34.2	5	2451492.555795	1999.857784	49.4	49.6	11
94.0	-52.3	39.0	13.7	12	101.9	-30.1	41.1	74.3	14	2451497.387526	1999.871013	44.8	50.9	19
-100.3	-84.4	30.0	40.3	8	-100.3	-84.4	30.0	40.3	8	2451515.462781	1999.920500	58.1	50.1	9
-15.6	-24.3	21.0	16.9	7	-5.5	-29.9	34.5	22.3	8	2451516.358371	1999.922952	53.4	29.6	6
71.8	-29.6	15.6	10.5	5	71.8	-29.6	15.6	10.5	5	2451518.457980	1999.928700	72.4	53.6	15
61.1	-23.4	22.9	23.0	9	40.3	-39.2	51.1	43.4	11	2451869.619643	2000.890129	43.8	47.9	29
-48.8	24.1	12.9	22.4	8	-48.8	24.1	12.9	22.4	8	2451873.426129	2000.900550	42.7	39.5	35
24.2	-4.0	19.5	16.9	6	24.2	-4.0	19.5	16.9	6	2451877.445342	2000.911554	49.8	50.3	22
-31.4	-110.1	22.2	17.7	10	-25.3	-109.3	29.3	17.0	11	2452263.484656	2001.968472	45.8	49.1	103
-25.8	-49.0	51.5	70.0	4	-25.8	-49.0	51.5	70.0	4	2452265.401285	2001.973720	44.5	50.0	104
18.6	-37.8	9.1	7.2	8	14.0	-32.9	13.9	13.2	10	2452285.394184	2002.028457	45.1	48.4	147
-51.0	-40.5	38.1	9.0	6	-42.7	-29.9	41.1	29.3	7	2452313.372621	2002.105058	48.7	45.3	151
-8.3	-42.3	45.2	38.2	3	-8.3	-42.3	45.2	38.2	3	2452314.365107	2002.107775	44.0	44.0	164
-67.0	129.0	-1.0	-1.0	1	-67.0	129.0	-1.0	-1.0	1	2452656.669363	2003.044953	36.0	40.0	23
-17.6	4.6	57.0	42.1	5	-17.6	4.6	57.0	42.1	5	2452668.478526	2003.077285	45.6	43.0	28
-63.7	0.7	20.8	22.1	6	-63.7	0.7	20.8	22.1	6	2452669.474589	2003.080012	51.0	41.7	16
-31.0	60.7	81.3	48.7	6	-31.0	60.7	81.3	48.7	6	2452699.324120	2003.161736	51.7	43.7	19
-29.2	-47.4	30.6	24.3	5	-29.2	-47.4	30.6	24.3	5	2452723.307723	2003.227399	41.0	44.0	29
-15.5	-69.6	35.5	16.3	10	-16.8	-65.5	34.0	20.7	11	2452725.499211	2003.233399	38.3	34.1	28

-12.0	-108.8	48.5	19.8	4	-12.0	-108.8	48.5	19.8	4	2453026.627425	2004.057843	36.5	42.0	9
-39.0	124.0	-1.0	-1.0	1	-39.0	124.0	-1.0	-1.0	1	2453115.360721	2004.300782	59.0	52.0	20
-85.4	127.3	24.4	12.3	7	-82.0	133.0	24.6	19.7	8	2453116.331227	2004.303439	58.0	45.6	17
-33.0	22.0	-1.0	-1.0	1	-33.0	22.0	-1.0	-1.0	1	2453143.386343	2004.377512	56.0	47.0	12
234.0	7.0	-1.0	-1.0	1	234.0	7.0	-1.0	-1.0	1	2453146.397039	2004.385755	41.0	63.0	15
-10.3	8.4	46.2	32.6	7	-10.3	8.4	46.2	32.6	7	2453473.396964	2005.281032	42.9	43.9	15
279.0	-186.0	499.2	155.6	2	279.0	-186.0	499.2	155.6	2	2453475.414273	2005.286555	53.5	53.5	12
15.4	-145.4	51.8	14.0	7	15.8	-137.1	48.0	26.8	8	2453494.424301	2005.338601	48.1	40.4	20
-25.5	-75.5	26.2	40.3	2	-25.5	-75.5	26.2	40.3	2	2453496.461519	2005.344179	45.0	43.5	13

Tabela C.8: Big Table Elara - OHP

Leda

Leda - LNA - Perkin-Elmer														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
-140.5	-175.0	38.9	25.5	2	-140.5	-175.0	38.9	25.5	2	2450258.646846	1996.479525	30.5	51.0	53
193.5	118.0	181.7	43.8	2	193.5	118.0	181.7	43.8	2	2450673.739953	1997.615988	67.0	33.0	5
551.0	138.5	97.6	7.8	2	405.0	112.7	262.1	45.1	3	2450674.702019	1997.618622	56.0	58.5	4
72.0	-114.0	-1.0	-1.0	1	72.0	-114.0	-1.0	-1.0	1	2451412.828284	1999.639502	41.0	84.0	6

278.5	1.0	167.6	12.7	2	278.5	1.0	167.6	12.7	2	2451413.766680	1999.642071	42.0	39.0	4
173.7	-69.3	42.7	41.6	3	173.7	-69.3	42.7	41.6	3	2454656.769864	2008.520930	51.3	55.7	35

Tabela C.9: Big Table Leda - Perkin-Elmer

Leda - OHP														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
259.5	-77.5	310.4	54.4	2	259.5	-77.5	310.4	54.4	2	2451461.517313	1999.772805	49.5	46.5	12
244.0	-78.2	97.0	78.6	5	303.8	-70.7	170.3	72.7	6	2451462.553484	1999.775642	66.2	57.0	11
8.0	-126.0	63.6	69.3	2	8.0	-126.0	63.6	69.3	2	2451492.440255	1999.857468	45.0	38.5	6
-47.1	-81.8	89.8	83.7	8	-47.1	-81.8	89.8	83.7	8	2451493.431531	1999.860182	50.2	56.0	12
-75.6	-43.1	59.3	94.7	10	-75.6	-43.1	59.3	94.7	10	2451512.371906	1999.912038	40.8	62.6	14
21.1	-41.1	34.2	59.8	11	21.1	-41.1	34.2	59.8	11	2451513.344227	1999.914700	50.0	62.9	15
-113.0	15.5	75.8	73.4	4	-113.0	15.5	75.8	73.4	4	2451514.337469	1999.917419	51.5	52.0	19
-65.4	-22.8	44.0	54.5	5	-65.4	-22.8	44.0	54.5	5	2451515.354693	1999.920204	55.0	50.6	17
92.0	-3.0	-1.0	-1.0	1	92.0	-3.0	-1.0	-1.0	1	2451519.401313	1999.931283	66.0	56.0	13
-2.4	-47.8	89.0	50.3	5	-2.4	-47.8	89.0	50.3	5	2451520.401956	1999.934023	68.6	50.8	12
-719.0	428.0	-1.0	-1.0	1	-719.0	428.0	-1.0	-1.0	1	2452283.470505	2002.023190	51.0	50.0	154
-104.0	-95.0	-1.0	-1.0	1	-104.0	-95.0	-1.0	-1.0	1	2452654.656474	2003.039442	57.0	52.0	17
-16.0	29.0	-1.0	-1.0	1	-16.0	29.0	-1.0	-1.0	1	2452655.535718	2003.041850	56.0	56.0	12

293.0	-229.0	-1.0	-1.0	1	293.0	-229.0	-1.0	-1.0	1	2453440.458119	2005.190850	78.0	68.0	12
-------	--------	------	------	---	-------	--------	------	------	---	----------------	-------------	------	------	----

Tabela C.10: Big Table Leda - OHP

Lysithea

Lisythea - LNA - Perkin-Elmer														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
95.0	-118.0	12.7	0.0	2	95.0	-118.0	12.7	0.0	2	2449877.691493	1995.436527	56.5	52.0	12
-15.0	-309.5	56.6	91.2	2	-15.0	-309.5	56.6	91.2	2	2449881.645758	1995.447353	77.0	59.0	7
11.0	-112.5	9.9	40.3	2	11.0	-112.5	9.9	40.3	2	2449905.607494	1995.512956	60.0	68.0	14
-34.0	-90.0	38.2	26.9	2	-34.0	-90.0	38.2	26.9	2	2449934.470335	1995.591979	77.5	62.0	9
-133.5	-44.8	16.4	7.8	4	-133.5	-44.8	16.4	7.8	4	2450256.609742	1996.473948	43.3	40.3	48
-512.5	-1.5	342.9	0.7	2	-512.5	-1.5	342.9	0.7	2	2450258.597471	1996.479390	46.5	41.0	49
163.6	28.8	51.7	51.8	5	163.6	28.8	51.7	51.8	5	2450289.553867	1996.564144	49.8	49.4	93
204.0	49.9	63.2	40.0	7	184.2	41.6	98.6	81.4	9	2450290.646120	1996.567135	47.4	43.9	63
296.5	569.0	95.5	176.8	2	163.3	508.7	240.3	162.9	3	2450357.489265	1996.750141	59.0	50.5	110
122.0	-55.7	14.9	9.8	3	248.4	-57.4	173.4	7.3	5	2450358.449405	1996.752770	48.0	46.0	86
139.0	-4.0	-1.0	-1.0	1	139.0	-4.0	-1.0	-1.0	1	2450672.709571	1997.613167	114.0	10.0	4
176.0	-131.7	56.0	53.0	4	176.0	-131.7	56.0	53.0	4	2450674.670098	1997.618535	75.8	26.5	5

73.8	-79.2	40.0	20.3	4	73.8	-79.2	40.0	20.3	4	2450675.674160	1997.621284	74.5	21.3	5
108.0	-20.0	-1.0	-1.0	1	108.0	-20.0	-1.0	-1.0	1	2450676.709178	1997.624118	64.0	38.0	5
-28.0	-35.0	-1.0	-1.0	1	-28.0	-35.0	-1.0	-1.0	1	2450969.858888	1998.426718	61.0	8.0	5
24.7	46.7	20.5	6.3	7	3.7	49.6	64.6	11.4	9	2454729.499301	2008.720052	55.9	51.6	48
160.5	43.0	50.2	32.5	2	77.0	61.3	148.9	39.2	3	2454732.558764	2008.728429	53.5	48.5	62
93.6	68.0	22.9	17.1	5	93.6	68.0	22.9	17.1	5	2454733.486045	2008.730967	58.2	55.2	60
79.8	-110.1	14.0	16.3	17	84.0	-109.3	18.2	36.6	20	2455367.799350	2010.467623	47.0	112.1	4

Tabela C.11: Big Table Lysithea - Perkin-Elmer

Lisythea - LNA - Boller & Chivens														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
49.0	-16.7	108.5	43.8	3	-14.5	-12.0	154.8	37.0	4	2454690.576882	2008.613489	52.7	56.7	106
82.5	43.8	85.4	23.2	4	212.6	57.9	419.6	65.3	7	2455030.861421	2009.545137	62.0	71.8	14

Tabela C.12: Big Table Lysithea - Boller & Chivens

Lisythea - OHP														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
-327.5	-190.5	55.9	60.1	2	-327.5	-190.5	55.9	60.1	2	2451039.467276	1998.617295	39.0	69.5	7

-101.9	-92.7	44.6	5.6	8	-89.5	-80.8	63.5	28.9	12	2451042.515678	1998.625641	52.0	43.0	19
-10.0	-78.1	76.3	41.8	7	-10.0	-78.1	76.3	41.8	7	2451163.258094	1998.956216	55.4	43.6	13
59.5	-16.5	2.1	67.2	2	59.5	-16.5	2.1	67.2	2	2451460.480297	1999.769966	51.0	36.5	14
78.0	-19.4	111.2	58.4	9	13.3	-48.2	229.9	106.3	10	2451462.457605	1999.775380	48.7	49.7	14
42.9	-99.2	43.0	66.2	9	65.8	-72.6	66.9	99.0	11	2451466.496248	1999.786437	38.2	64.8	11
-32.1	-37.7	16.4	17.0	7	-20.6	-44.5	35.9	24.8	8	2451493.381764	1999.860045	51.6	48.3	16
67.5	-133.3	94.7	75.6	4	67.5	-133.3	94.7	75.6	4	2451514.462886	1999.917762	44.3	49.0	14
-111.3	49.7	55.7	21.0	6	-111.3	49.7	55.7	21.0	6	2451901.290270	2000.976838	56.8	53.5	37
-51.3	-83.2	27.0	21.5	4	-51.3	-83.2	27.0	21.5	4	2452234.572822	2001.889316	43.3	47.5	80
3.5	-101.6	39.4	26.2	10	3.5	-101.6	39.4	26.2	10	2452235.554493	2001.892004	45.2	44.2	81
70.3	-62.0	46.3	24.5	3	70.3	-62.0	46.3	24.5	3	2452262.587747	2001.966017	49.0	49.0	128
33.0	-60.5	27.8	16.1	4	33.0	-60.5	27.8	16.1	4	2452263.623770	2001.968853	48.3	45.8	125
-65.0	-129.0	-1.0	-1.0	1	-65.0	-129.0	-1.0	-1.0	1	2452264.621884	2001.971586	40.0	38.0	122
-38.0	-70.5	46.6	25.2	10	-26.2	-70.4	59.1	23.9	11	2452283.398436	2002.022993	47.1	45.0	165
15.5	-71.0	16.3	7.1	2	15.5	-71.0	16.3	7.1	2	2452313.332342	2002.104948	36.5	45.5	74
-38.5	-28.0	47.4	18.4	2	-38.5	-28.0	47.4	18.4	2	2452314.503785	2002.108155	42.0	53.0	64
-42.3	18.3	60.4	26.5	3	-42.3	18.3	60.4	26.5	3	2452723.477177	2003.227863	47.3	43.0	25

Tabela C.13: Big Table Lysithea - OHP

C.1.2 Grupo Irregular Retrógrado Ananke

Ananke

Ananke - LNA - Perkin-Elmer														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
-64.0	-18.5	33.9	6.4	2	-64.0	-18.5	33.9	6.4	2	2449860.693848	1995.389990	38.0	52.5	21
-146.0	18.0	4.2	26.9	2	-146.0	18.0	4.2	26.9	2	2449877.708153	1995.436572	43.5	58.5	11
-516.0	-763.0	-1.0	-1.0	1	-516.0	-763.0	-1.0	-1.0	1	2450255.629849	1996.471265	46.0	60.0	43
-129.5	-205.8	63.3	48.2	4	-129.5	-205.8	63.3	48.2	4	2450256.643535	1996.474041	46.5	50.8	50
-249.5	-228.0	20.5	2.8	2	-249.5	-228.0	20.5	2.8	2	2450258.636024	1996.479496	45.5	49.5	39
-93.4	-390.0	98.4	110.6	5	-93.4	-390.0	98.4	110.6	5	2450289.581694	1996.564220	48.4	44.8	83
52.7	-172.0	60.0	7.9	3	52.7	-172.0	60.0	7.9	3	2450358.454540	1996.752784	58.0	52.3	53
596.0	-176.0	-1.0	-1.0	1	596.0	-176.0	-1.0	-1.0	1	2450672.727534	1997.613217	66.0	53.0	8
470.0	-63.0	26.9	11.3	2	470.0	-63.0	26.9	11.3	2	2450673.730769	1997.615963	73.5	56.5	10
609.0	-115.0	25.5	24.0	2	479.8	-96.8	153.9	32.2	4	2450675.653935	1997.621229	24.5	31.0	6
353.0	-287.0	-1.0	-1.0	1	353.0	-287.0	-1.0	-1.0	1	2450676.722314	1997.624154	23.0	38.0	4
139.3	227.0	30.4	5.6	3	139.3	227.0	30.4	5.6	3	2451059.653240	1998.672561	35.7	71.3	4
213.0	-80.0	91.9	9.9	2	213.0	-80.0	91.9	9.9	2	2451060.611990	1998.675186	38.5	83.5	6
-24.4	-188.6	26.4	10.0	5	-24.4	-188.6	26.4	10.0	5	2454656.795363	2008.521000	43.6	50.8	40
-278.0	-18.3	34.7	111.5	3	-278.0	-18.3	34.7	111.5	3	2454729.561919	2008.720224	44.3	47.3	54

-77.5	-123.3	52.9	35.5	4	103.6	-370.0	407.5	552.6	5	2454733.560408	2008.731171	46.0	49.0	45
21.5	-97.0	82.8	65.2	28	23.1	-113.0	84.7	103.6	33	2455366.825875	2010.464957	92.7	64.3	4

Tabela C.14: Big Table Ananke - Perkin-Elmer

Ananke - OHP														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
285.0	21.6	73.2	34.8	5	285.0	21.6	73.2	34.8	5	2451045.491352	1998.633788	53.6	68.6	10
178.6	120.6	52.4	50.0	14	172.5	123.5	104.2	51.7	16	2451087.441380	1998.748641	61.9	57.1	12
42.4	-169.0	51.4	13.6	7	48.9	-176.1	51.0	23.8	8	2451461.654865	1999.773182	54.1	41.7	14
51.6	-176.4	41.7	57.1	9	51.6	-176.4	41.7	57.1	9	2451462.636221	1999.775869	47.6	38.7	18
116.9	-127.5	97.1	42.1	8	144.0	-116.7	122.0	51.0	9	2451467.490576	1999.789159	29.0	57.4	12
-192.4	-138.8	114.4	85.5	5	-192.4	-138.8	114.4	85.5	5	2451492.411426	1999.857389	43.0	57.4	9
-73.4	-81.6	27.7	40.5	11	-73.4	-81.6	27.7	40.5	11	2451493.521820	1999.860429	68.3	58.2	14
45.0	-156.6	37.1	39.8	8	45.0	-156.6	37.1	39.8	8	2451512.472053	1999.912312	48.7	51.4	12
47.0	-171.7	48.8	49.0	6	47.0	-171.7	48.8	49.0	6	2451513.366603	1999.914761	42.7	49.7	12
58.4	-150.9	80.1	54.7	7	58.4	-150.9	80.1	54.7	7	2451514.354038	1999.917464	33.4	50.1	16
34.5	-165.3	73.4	31.0	4	34.5	-165.3	73.4	31.0	4	2451519.493140	1999.931534	40.3	31.5	11
118.1	-156.1	31.0	5.9	7	129.5	-147.1	37.8	35.3	10	2451520.333545	1999.933835	39.6	34.4	11
104.5	-152.5	143.5	99.7	2	104.5	-152.5	143.5	99.7	2	2451876.661842	2000.909409	55.0	53.0	19

47.1	-122.7	32.8	18.2	7	-2.8	-111.3	90.2	42.7	10	2452234.531351	2001.889202	43.0	45.7	112
49.2	-145.9	31.7	9.6	9	44.3	-142.6	33.7	13.8	10	2452235.635426	2001.892225	46.9	44.0	123
27.4	-66.3	54.4	17.0	10	27.4	-66.3	54.4	17.0	10	2452261.584977	2001.963271	49.4	48.7	137
-72.0	-89.3	88.3	70.9	4	-21.2	-80.0	136.9	64.8	5	2452264.575131	2001.971458	40.5	44.5	142
41.5	-52.5	46.1	26.8	4	41.5	-52.5	46.1	26.8	4	2452265.445641	2001.973841	45.8	45.5	143
-1.0	-65.7	77.7	21.5	6	-1.0	-65.7	77.7	21.5	6	2452284.538495	2002.026114	46.7	48.0	177
123.5	-64.2	101.8	53.0	6	123.5	-64.2	101.8	53.0	6	2452286.408225	2002.031234	51.3	50.5	146
-71.3	119.8	76.5	92.3	4	-71.3	119.8	76.5	92.3	4	2452313.447368	2002.105263	43.0	45.0	125
-38.5	-35.5	159.1	120.9	2	-38.5	-35.5	159.1	120.9	2	2452637.614479	2002.992784	45.5	57.0	21
-36.5	-216.0	64.3	86.3	2	-125.7	-208.0	161.0	62.6	3	2452654.492598	2003.038994	43.5	52.0	19
175.0	22.0	-1.0	-1.0	1	175.0	22.0	-1.0	-1.0	1	2452669.571230	2003.080277	55.0	47.0	21
-107.7	-203.7	33.4	22.4	3	-107.7	-203.7	33.4	22.4	3	2452723.431960	2003.227739	63.0	60.0	17
-170.0	-229.5	29.7	67.2	2	-185.7	-155.3	34.3	137.0	3	2453437.605847	2005.183041	59.5	72.0	13
-136.0	-108.0	63.6	35.4	2	-136.0	-108.0	63.6	35.4	2	2453462.473422	2005.251125	61.0	63.0	16
-129.5	-103.0	29.0	21.2	2	-204.6	-51.4	249.9	75.7	5	2453473.460274	2005.281205	56.0	58.5	15

Tabela C.15: Big Table Ananke - OHP

C.1.3 Grupo Irregular Retrógado Carme

Carme

Carme - LNA - Perkin-Elmer														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
-61.5	-167.5	19.1	17.7	2	-61.5	-167.5	19.1	17.7	2	2449856.642916	1995.378899	50.0	50.0	21
120.0	-576.0	333.8	7.1	2	120.0	-576.0	333.8	7.1	2	2450255.621579	1996.471243	49.5	52.0	50
-278.0	-46.7	41.7	12.5	3	-278.0	-46.7	41.7	12.5	3	2450256.627133	1996.473996	51.3	47.3	68
-274.0	-54.5	120.2	31.8	2	-274.0	-54.5	120.2	31.8	2	2450258.608530	1996.479421	48.0	51.5	54
-127.1	-103.6	30.6	69.5	8	-112.7	-107.6	52.0	66.0	9	2450290.654737	1996.567158	55.8	46.9	102
-128.5	25.5	54.4	54.4	2	-128.5	25.5	54.4	54.4	2	2450291.634387	1996.569840	51.5	48.5	89
-603.0	209.0	-1.0	-1.0	1	-603.0	209.0	-1.0	-1.0	1	2450357.466087	1996.750078	52.0	52.0	59
-89.0	21.0	68.8	51.0	3	-89.0	21.0	68.8	51.0	3	2450358.452075	1996.752777	56.0	49.0	55
87.5	-182.5	174.7	6.4	2	87.5	-182.5	174.7	6.4	2	2450673.721631	1997.615938	43.5	85.5	6
263.5	-304.5	19.1	17.7	2	282.3	-318.3	208.0	50.2	4	2450674.733559	1997.618709	67.5	89.5	5
177.0	-202.0	-1.0	-1.0	1	177.0	-202.0	-1.0	-1.0	1	2450675.646064	1997.621207	0.0	0.0	3
184.0	-496.0	-1.0	-1.0	1	184.0	-496.0	-1.0	-1.0	1	2450676.713692	1997.624130	0.0	0.0	3
16.0	-97.0	-1.0	-1.0	1	16.0	-97.0	-1.0	-1.0	1	2450969.863136	1998.426730	0.0	0.0	3
-35.2	117.9	29.5	16.3	10	-35.2	117.9	29.5	16.3	10	2454729.480057	2008.720000	55.1	50.2	53

Tabela C.16: Big Table Carme - Perkin-Elmer

Carme - LNA - Boller & Chivens														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
-48.7	-67.0	10.0	13.5	3	-48.7	-67.0	10.0	13.5	3	2453463.586413	2005.254172	74.0	47.0	10
-97.9	-54.6	14.6	9.1	9	-103.0	-55.8	21.2	9.4	10	2453464.638413	2005.257052	52.4	54.0	12
10.3	135.0	25.0	33.6	6	10.3	135.0	25.0	33.6	6	2454690.548544	2008.613411	50.8	48.8	145
59.3	-120.0	57.1	24.5	4	59.3	-120.0	57.1	24.5	4	2455032.829329	2009.550525	59.8	72.8	15

Tabela C.17: Big Table Carme - Boller & Chivens

Carme - OHP														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
-17.8	78.7	39.3	6.2	6	-78.5	83.4	122.6	57.4	10	2451039.628190	1998.617736	57.0	59.3	13
-76.8	28.2	53.0	57.1	9	-95.9	11.1	78.4	76.3	10	2451044.436133	1998.630899	52.9	53.8	14
69.0	23.5	173.9	132.2	2	69.0	23.5	173.9	132.2	2	2451164.295536	1998.959056	54.5	40.0	17
98.5	94.0	95.5	28.3	2	98.5	94.0	95.5	28.3	2	2451165.326348	1998.961879	53.0	41.0	18
173.9	-170.6	51.0	14.5	10	148.7	-179.8	68.0	40.3	13	2451460.627264	1999.770368	51.9	38.3	11
22.2	-203.8	73.6	28.5	5	22.2	-203.8	73.6	28.5	5	2451463.578213	1999.778448	43.2	42.0	11
156.7	-114.7	19.8	30.8	7	156.7	-114.7	19.8	30.8	7	2451493.479065	1999.860312	58.7	54.0	17
82.0	-154.4	17.8	22.9	7	82.0	-154.4	17.8	22.9	7	2451513.400156	1999.914853	49.6	42.3	11
109.0	-134.2	24.3	4.4	6	107.0	-129.9	22.8	12.1	7	2451515.305478	1999.920069	42.7	34.5	12

116.0	-169.6	43.6	32.2	7	116.0	-169.6	43.6	32.2	7	2451518.294389	1999.928252	34.0	33.6	19
124.5	-144.0	5.3	17.0	4	124.5	-144.0	5.3	17.0	4	2451521.291127	1999.936457	52.3	37.8	15
328.0	134.2	82.8	68.9	4	328.0	134.2	82.8	68.9	4	2451876.601487	2000.909244	54.5	61.8	18
3.6	-143.0	13.2	9.3	10	3.6	-143.0	13.2	9.3	10	2452233.652339	2001.886796	45.8	42.6	78
-26.2	-202.2	85.3	37.3	5	27.2	-296.2	151.4	232.6	6	2452236.554613	2001.894742	44.6	46.4	60
-23.3	-222.0	36.9	6.7	9	-22.0	-216.1	35.3	15.5	11	2452263.452132	2001.968383	43.2	40.9	112
55.8	-238.3	94.3	17.1	4	117.6	-248.2	160.6	26.7	5	2452265.421290	2001.973774	50.8	44.8	130
16.9	-174.1	20.0	9.4	10	17.2	-178.8	19.0	18.0	11	2452283.545420	2002.023396	45.1	48.2	114
52.6	-134.4	23.1	27.0	5	52.6	-134.4	23.1	27.0	5	2452313.419337	2002.105186	45.2	44.6	163
48.3	-157.7	25.2	26.5	6	48.3	-157.7	25.2	26.5	6	2452314.524645	2002.108212	47.8	45.3	162
42.0	-3.0	102.2	61.5	3	102.5	37.0	147.0	94.4	4	2452359.371027	2002.230995	44.7	46.0	177
8.7	-66.0	109.5	21.4	3	8.7	-66.0	109.5	21.4	3	2452362.330900	2002.239098	44.7	44.7	177
148.0	147.5	55.2	47.4	2	148.0	147.5	55.2	47.4	2	2452624.544158	2002.956999	57.5	54.5	21
105.4	66.4	17.1	25.6	7	111.4	50.4	23.1	51.2	8	2452637.565256	2002.992649	62.9	45.7	12
87.2	21.8	66.0	114.0	6	87.2	21.8	66.0	114.0	6	2452668.543418	2003.077463	52.5	54.8	21
44.2	22.0	50.2	61.1	5	44.2	22.0	50.2	61.1	5	2452669.503302	2003.080091	45.4	52.4	26
-20.0	-69.0	-1.0	-1.0	1	-20.0	-69.0	-1.0	-1.0	1	2452725.458616	2003.233288	55.0	50.0	29
-63.2	-30.8	41.9	29.4	10	-63.2	-30.8	41.9	29.4	10	2453089.367644	2004.229617	33.5	43.1	18
-278.0	-47.0	-1.0	-1.0	1	-278.0	-47.0	-1.0	-1.0	1	2453115.455167	2004.301040	31.0	66.0	16
49.3	-56.7	81.1	33.3	9	49.3	-56.7	81.1	33.3	9	2453119.407425	2004.311861	51.1	24.4	9

-160.0	-67.9	73.7	41.0	8	-160.0	-67.9	73.7	41.0	8	2453437.645930	2005.183151	60.4	49.9	17
-225.7	-72.0	35.0	63.2	3	-225.7	-72.0	35.0	63.2	3	2453438.655255	2005.185914	68.7	52.3	12
-170.7	-31.1	21.6	38.5	11	-164.3	-33.5	30.3	37.6	12	2453439.543597	2005.188346	59.1	51.3	9
-96.9	-126.8	78.7	20.7	8	-96.9	-126.8	78.7	20.7	8	2453474.504646	2005.284064	59.4	61.6	16
-198.4	-95.4	103.7	63.8	7	-257.3	-126.5	192.1	105.9	8	2453495.383792	2005.341228	75.1	64.1	6
-6.0	-206.0	28.7	33.9	4	-6.0	-206.0	28.7	33.9	4	2453497.453190	2005.346894	58.8	39.0	12
-81.8	-142.8	22.7	19.3	6	-81.8	-142.8	22.7	19.3	6	2453499.449075	2005.352358	58.7	40.2	14
-100.5	-134.8	49.9	25.3	8	-100.5	-134.8	49.9	25.3	8	2453505.415139	2005.368693	33.6	36.1	13
124.1	-40.3	93.2	67.6	7	124.1	-40.3	93.2	67.6	7	2453881.392488	2006.398062	56.9	61.6	25

Tabela C.18: Big Table Carme - OHP

C.1.4 Grupo Irregular Retrógrado Pasiphae

Pasiphae

Pasiphae - LNA - Perkin-Elmer														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
67.0	-291.0	19.8	4.2	2	67.0	-291.0	19.8	4.2	2	2449856.624351	1995.378848	64.0	52.5	21
-326.5	-111.3	31.9	9.4	4	-326.5	-111.3	31.9	9.4	4	2450255.579308	1996.471127	40.3	41.5	50
-31.5	-35.0	23.7	6.0	4	-31.5	-35.0	23.7	6.0	4	2450256.566264	1996.473829	46.5	39.5	42
-32.0	-21.5	1.4	4.9	2	-32.0	-21.5	1.4	4.9	2	2450258.578206	1996.479338	45.5	44.5	50
5.8	-13.8	66.3	16.2	4	5.8	-13.8	66.3	16.2	4	2450260.625439	1996.484943	35.3	49.8	48
176.3	-62.8	17.6	48.0	4	176.3	-62.8	17.6	48.0	4	2450290.626735	1996.567082	54.5	52.0	54
156.1	-53.1	8.4	10.6	8	156.1	-53.1	8.4	10.6	8	2450291.597627	1996.569740	44.5	53.1	36
156.0	-73.0	9.0	6.6	3	156.0	-73.0	9.0	6.6	3	2450317.582844	1996.640883	56.3	47.7	61
138.2	-58.0	4.3	22.2	5	138.2	-58.0	4.3	22.2	5	2450321.546857	1996.651736	51.2	53.2	54
688.0	81.0	-1.0	-1.0	1	688.0	81.0	-1.0	-1.0	1	2450357.512078	1996.750204	56.0	36.0	50
66.5	-26.0	4.9	8.5	2	66.5	-26.0	4.9	8.5	2	2450358.422417	1996.752696	45.0	48.0	51
342.0	-232.5	9.9	10.6	2	342.0	-232.5	9.9	10.6	2	2450673.696950	1997.615871	62.0	32.5	4
300.0	-184.5	50.4	15.0	4	300.0	-184.5	50.4	15.0	4	2450674.656001	1997.618496	73.0	79.5	5
313.3	-195.0	54.9	17.8	3	313.3	-195.0	54.9	17.8	3	2450675.643931	1997.621201	60.3	27.0	8
221.0	-148.5	24.0	16.3	2	221.0	-148.5	24.0	16.3	2	2450676.693674	1997.624075	112.5	77.0	6

170.0	98.0	-1.0	-1.0	1	170.0	98.0	-1.0	-1.0	1	2450969.850821	1998.426696	89.0	73.0	5
99.1	-140.4	25.8	20.2	7	57.5	-181.4	120.2	117.3	8	2455489.651916	2010.801237	49.9	38.0	5

Tabela C.19: Big Table Pasiphae - Perkin-Elmer

Pasiphae - LNA - Boller & Chivens														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
-170.6	-161.6	20.5	16.1	8	-157.3	-161.7	44.3	15.1	9	2453463.565833	2005.254115	66.3	48.9	10
-140.4	-171.4	15.8	23.4	9	-140.4	-171.4	15.8	23.4	9	2453464.621490	2005.257006	52.2	56.2	14
-93.5	-22.5	20.6	11.5	10	-93.5	-22.5	20.6	11.5	10	2453796.751122	2006.166327	57.2	49.2	34
-54.7	-61.0	24.0	31.6	12	-75.8	-67.6	75.1	53.5	19	2453804.750950	2006.188229	54.3	48.8	29
-127.6	-24.1	28.9	16.6	8	-127.6	-24.1	28.9	16.6	8	2453808.730554	2006.199125	51.4	60.1	19
-241.0	-26.0	18.9	10.6	21	-243.4	-24.1	37.1	17.8	33	2453920.488965	2006.505103	49.1	44.0	26
-15.1	-70.5	108.9	46.1	11	10.9	-86.9	137.5	71.8	12	2453978.469250	2006.663844	54.0	54.3	21
90.2	-60.8	55.9	40.2	9	90.2	-60.8	55.9	40.2	9	2453979.422779	2006.666455	61.6	52.7	20
45.6	30.9	40.7	23.9	7	113.9	39.2	150.7	34.3	9	2454574.795754	2008.296497	59.3	53.9	102
-58.4	-1.3	90.6	21.2	10	-116.3	13.0	165.6	86.1	12	2454612.744548	2008.400395	53.7	55.8	113
135.5	-62.4	32.7	29.8	8	64.4	-51.0	215.3	44.0	9	2454690.544249	2008.613399	56.3	52.4	157
40.2	-59.6	52.7	52.5	13	28.1	-57.7	59.1	74.1	15	2454729.559532	2008.720217	55.8	54.1	237
210.3	-167.5	106.7	44.9	6	210.3	-167.5	106.7	44.9	6	2455030.800460	2009.544970	61.0	63.7	14

87.9	65.9	31.2	47.9	8	92.0	86.8	31.7	77.1	9	2455383.842945	2010.511548	66.4	66.0	7
125.1	136.7	30.1	112.1	7	125.1	136.7	30.1	112.1	7	2455384.845415	2010.514292	66.1	57.6	6

Tabela C.20: Big Table Pasiphae - Boller & Chivens

Pasiphae - LNA - Zeiss														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
-206.9	-204.5	24.6	25.1	11	-231.4	-199.3	88.1	30.0	12	2454208.649899	2007.294044	63.3	57.8	140

Tabela C.21: Big Table Pasiphae - Zeiss

Pasiphae - OHP														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
112.1	-6.2	25.5	43.1	11	130.8	-5.3	69.3	41.2	12	2451039.496054	1998.617374	44.3	42.1	11
70.5	-187.6	115.2	39.1	8	46.0	-197.3	130.5	46.7	9	2451460.548406	1999.770153	46.4	48.5	14
44.1	-89.3	55.0	16.6	10	44.1	-89.3	55.0	16.6	10	2451463.479312	1999.778177	36.9	45.2	14
100.8	-72.7	29.9	28.8	12	101.3	-78.9	28.6	35.6	13	2451492.363346	1999.857257	58.4	58.1	11
-224.0	-256.0	162.6	182.4	2	-224.0	-256.0	162.6	182.4	2	2451497.562633	1999.871492	44.0	57.0	11
141.2	-201.4	100.9	57.7	5	75.6	-182.0	139.7	64.3	7	2451514.407564	1999.917611	72.4	35.8	11
-22.0	-106.1	27.9	87.8	9	-22.0	-106.1	27.9	87.8	9	2451516.467155	1999.923250	36.1	55.6	7

-30.2	-118.7	26.8	39.3	9	-30.2	-118.7	26.8	39.3	9	2451517.459758	1999.925967	38.8	34.4	10
-1.0	-135.2	29.2	10.8	5	-1.0	-135.2	29.2	10.8	5	2451521.309475	1999.936507	45.0	56.6	15
114.4	-36.0	23.2	10.6	5	114.4	-36.0	23.2	10.6	5	2451873.458846	2000.900640	60.2	37.6	25
275.0	-74.0	-1.0	-1.0	1	275.0	-74.0	-1.0	-1.0	1	2451875.338809	2000.905787	62.0	42.0	21
-59.3	-91.7	15.6	10.2	10	-59.3	-91.7	15.6	10.2	10	2452235.518075	2001.891904	48.3	47.9	96
-79.9	-63.1	13.1	12.0	10	-81.4	-59.8	13.4	15.7	11	2452261.439238	2001.962872	49.1	53.1	134
-75.5	-72.8	36.6	12.8	6	-75.5	-72.8	36.6	12.8	6	2452264.602591	2001.971533	49.7	47.7	129
-92.6	-49.6	24.9	18.4	10	-92.6	-49.6	24.9	18.4	10	2452285.423129	2002.028536	47.4	41.8	146
-28.0	-31.0	31.4	55.8	5	-28.0	-31.0	31.4	55.8	5	2452313.489713	2002.105379	49.0	52.2	121
-28.7	-70.3	15.8	35.1	3	-28.7	-70.3	15.8	35.1	3	2452314.413802	2002.107909	51.0	52.0	145
-38.0	-5.8	63.8	21.9	4	-38.0	-5.8	63.8	21.9	4	2452362.353112	2002.239159	49.0	48.3	137
-87.8	-115.6	32.3	25.3	5	-87.8	-115.6	32.3	25.3	5	2452637.634267	2002.992838	50.0	41.4	12
-40.2	-134.1	38.4	18.0	10	-41.8	-129.3	36.8	23.4	11	2452638.666632	2002.995664	40.9	68.3	13
-69.6	-151.3	23.8	26.7	7	-69.6	-151.3	23.8	26.7	7	2452654.468214	2003.038927	48.9	58.7	21
-19.3	-70.3	63.1	42.5	3	-19.3	-70.3	63.1	42.5	3	2452675.623313	2003.096846	54.0	63.0	12
-72.0	-158.8	12.0	14.2	6	-52.6	-170.0	52.6	32.3	7	2452724.366695	2003.230298	50.8	58.5	20
-79.1	-219.9	20.4	53.2	10	-84.3	-215.5	25.8	52.6	11	2452726.414470	2003.235905	51.5	56.6	18
-191.0	-302.6	99.2	106.5	7	-180.3	-231.5	132.9	155.4	10	2452772.389503	2003.361778	47.1	49.6	24
206.0	-1002.0	-1.0	-1.0	1	206.0	-1002.0	-1.0	-1.0	1	2452781.347084	2003.386302	66.0	51.0	18
-107.0	-103.0	-1.0	-1.0	1	-107.0	-103.0	-1.0	-1.0	1	2452790.392076	2003.411066	51.0	52.0	27

-295.0	104.0	-1.0	-1.0	1	-295.0	104.0	-1.0	-1.0	1	2453026.649435	2004.057903	61.0	60.0	11
-58.0	-5.2	57.8	77.0	8	-58.0	-5.2	57.8	77.0	8	2453090.578640	2004.232932	54.8	60.3	13
-200.1	20.8	25.2	14.4	8	-212.0	12.2	42.7	28.9	9	2453115.381655	2004.300839	22.7	46.5	11
-194.6	41.1	18.8	34.6	9	-194.6	41.1	18.8	34.6	9	2453116.361331	2004.303521	39.8	37.6	12
-81.3	64.9	54.4	74.2	11	-81.3	64.9	54.4	74.2	11	2453143.424809	2004.377617	64.5	34.2	12
-185.1	39.4	91.5	77.2	8	-185.1	39.4	91.5	77.2	8	2453147.369134	2004.388416	66.9	52.1	13
-138.9	-158.1	39.5	26.5	9	-138.9	-158.1	39.5	26.5	9	2453437.540395	2005.182862	32.4	49.4	12
-171.7	-79.4	37.8	32.4	9	-171.7	-79.4	37.8	32.4	9	2453440.554039	2005.191113	51.6	50.7	17
-142.5	-303.5	77.1	55.9	2	-79.3	-258.3	122.2	87.6	3	2453463.479277	2005.253878	47.0	56.5	14
-190.5	-133.5	3.5	3.5	2	-190.5	-133.5	3.5	3.5	2	2453469.599105	2005.270634	62.0	60.0	18
-118.4	-194.0	100.2	45.3	5	-118.4	-194.0	100.2	45.3	5	2453473.556291	2005.281468	54.2	58.8	10
-172.4	-179.0	31.8	15.6	8	-172.4	-179.0	31.8	15.6	8	2453494.462512	2005.338706	58.3	49.7	15
-232.0	-109.0	29.2	28.6	8	-186.9	-146.1	138.1	114.5	9	2453503.416284	2005.363220	44.6	65.4	12
-240.8	-51.0	119.0	57.4	5	-240.8	-51.0	119.0	57.4	5	2453880.423935	2006.395411	47.8	54.4	25

Tabela C.22: Big Table Pasiphae - OHP

Callirrhoe

Callirrhoe - LNA - Perkin-Elmer														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat

-5.3	81.3	66.6	35.4	9	-9.0	69.8	63.8	49.4	10	2455367.837335	2010.467727	6.2	81.1	3
------	------	------	------	---	------	------	------	------	----	----------------	-------------	-----	------	---

Tabela C.23: Big Table Callirrhoe - Perkin-Elmer

Callirrhoe - OHP														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
226.0	235.0	-1.0	-1.0	1	226.0	235.0	-1.0	-1.0	1	2451867.450657	2000.884190	46.0	52.0	24
867.0	-171.0	-1.0	-1.0	1	867.0	-171.0	-1.0	-1.0	1	2452283.437252	2002.023099	55.0	53.0	91
-383.5	318.0	16.3	49.5	2	-383.5	318.0	16.3	49.5	2	2452621.647166	2002.949068	58.0	56.0	21

Tabela C.24: Big Table Callirrhoe - OHP

C.1.5 Grupo Irregular Retrógrado Sinope

Sinope

Sinope - LNA - Perkin-Elmer														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
-275.0	-239.3	27.4	106.4	3	-287.0	-169.5	32.8	164.5	4	2450255.598425	1996.471179	56.0	40.3	52
69.5	-106.5	35.0	16.6	4	69.5	-106.5	35.0	16.6	4	2450256.587161	1996.473886	60.8	62.3	18
-24.0	-129.0	35.4	9.9	2	-24.0	-129.0	35.4	9.9	2	2450258.588605	1996.479366	49.0	53.5	43

-86.0	-140.0	-1.0	-1.0	1	-86.0	-140.0	-1.0	-1.0	1	2450260.641168	1996.484986	41.0	54.0	42
189.6	-99.3	56.1	22.2	7	211.8	-115.6	81.4	50.6	8	2450290.637234	1996.567110	47.7	39.9	67
216.0	-115.5	20.5	37.4	4	216.0	-115.5	20.5	37.4	4	2450291.605820	1996.569762	52.8	43.3	46
160.0	-120.5	17.2	28.7	4	160.0	-120.5	17.2	28.7	4	2450317.585177	1996.640890	51.8	46.5	77
162.0	-141.0	-1.0	-1.0	1	162.0	-141.0	-1.0	-1.0	1	2450357.460752	1996.750063	53.0	51.0	46
362.0	210.5	65.1	23.3	2	362.0	210.5	65.1	23.3	2	2450673.704473	1997.615891	0.0	0.0	3
500.8	60.5	60.8	19.3	4	500.8	60.5	60.8	19.3	4	2450674.662378	1997.618514	91.3	56.3	7
499.0	49.5	92.3	18.7	4	499.0	49.5	92.3	18.7	4	2450675.665460	1997.621260	69.3	38.5	6
242.0	-128.8	88.5	40.0	5	242.0	-128.8	88.5	40.0	5	2454729.531236	2008.720140	55.4	50.2	54
268.0	-45.6	43.2	17.9	5	268.0	-45.6	43.2	17.9	5	2454733.509486	2008.731032	62.4	44.4	60

Tabela C.25: Big Table Sinope - Perkin-Elmer

Sinope - LNA - Boller & Chivens														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
252.5	-83.5	106.8	34.6	2	358.0	-64.7	197.7	40.8	3	2454690.596720	2008.613543	54.0	50.5	140
340.5	-25.3	59.7	17.3	4	340.5	-25.3	59.7	17.3	4	2455032.807532	2009.550465	60.8	59.8	22

Tabela C.26: Big Table Sinope - Boller & Chivens

Sinope - OHP														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
160.9	-10.5	43.6	24.6	10	160.6	-17.5	60.9	46.2	13	2451040.480727	1998.620070	44.2	44.6	13
187.8	71.3	33.4	16.9	12	187.8	71.3	33.4	16.9	12	2451461.463411	1999.772658	55.5	61.5	14
235.3	21.7	66.1	45.3	7	200.0	37.9	117.1	62.0	8	2451465.472095	1999.783633	45.4	33.3	9
208.7	56.3	43.9	30.5	6	208.7	56.3	43.9	30.5	6	2451467.546304	1999.789312	19.2	63.0	12
210.8	39.4	34.8	49.5	10	210.8	39.4	34.8	49.5	10	2451493.347998	1999.859953	57.2	52.5	17
179.4	104.1	19.3	20.5	8	179.4	104.1	19.3	20.5	8	2451515.391969	1999.920306	48.7	53.0	11
127.5	-72.0	57.3	28.3	2	194.0	-194.0	122.1	212.3	3	2451517.379354	1999.925747	13.0	47.5	7
206.0	27.3	18.4	88.8	3	206.0	27.3	18.4	88.8	3	2451518.340234	1999.928378	29.0	20.7	10
190.6	57.8	38.5	14.1	5	190.6	57.8	38.5	14.1	5	2451520.506684	1999.934309	56.6	63.6	12
135.4	36.2	91.5	56.9	5	135.4	36.2	91.5	56.9	5	2451521.394301	1999.936740	31.8	71.8	8
65.0	-53.0	-1.0	-1.0	1	65.0	-53.0	-1.0	-1.0	1	2451873.609280	2000.901052	68.0	45.0	15
-24.6	-111.9	48.4	43.5	7	-24.6	-111.9	48.4	43.5	7	2451900.317299	2000.974174	56.1	53.3	30
-69.2	-96.5	52.5	43.8	6	-69.2	-96.5	52.5	43.8	6	2451901.513339	2000.977449	52.8	45.0	25
-285.4	-22.9	49.4	79.4	8	-285.4	-22.9	49.4	79.4	8	2452234.681407	2001.889613	43.5	46.9	86
-5.0	64.5	49.8	116.7	4	-5.0	64.5	49.8	116.7	4	2452236.640581	2001.894977	48.3	44.5	84
-322.5	-45.5	58.7	125.2	2	-322.5	-45.5	58.7	125.2	2	2452261.628524	2001.963390	47.5	45.0	98
-250.4	-53.6	28.9	17.2	10	-295.7	-113.6	297.3	165.5	14	2452262.620290	2001.966106	46.0	47.2	97
-230.7	-61.2	66.4	42.3	6	-230.7	-61.2	66.4	42.3	6	2452264.438608	2001.971084	45.8	54.0	95

-284.7	-59.3	27.6	16.0	9	-284.7	-59.3	27.6	16.0	9	2452284.400070	2002.025735	55.7	52.8	112
-305.3	-48.3	68.0	45.6	3	-292.8	-221.8	187.1	214.0	6	2452286.552015	2002.031627	46.7	41.7	136
-270.8	-59.2	56.2	33.2	6	-263.9	-82.6	54.6	68.9	7	2452313.507639	2002.105428	45.5	44.3	149
-243.6	-92.6	25.1	19.9	5	-243.6	-92.6	25.1	19.9	5	2452314.437261	2002.107973	44.6	48.2	161
-314.0	-118.0	-1.0	-1.0	1	-314.0	-118.0	-1.0	-1.0	1	2452638.491512	2002.995185	46.0	56.0	19
-295.6	-74.2	34.6	46.7	5	-295.6	-74.2	34.6	46.7	5	2452668.499939	2003.077344	40.8	29.8	19
-690.0	-348.0	-1.0	-1.0	1	-690.0	-348.0	-1.0	-1.0	1	2452772.407429	2003.361827	45.0	54.0	23
-159.0	-65.5	237.6	31.8	2	-159.0	-65.5	237.6	31.8	2	2452783.368830	2003.391838	52.0	52.5	22
-198.3	56.4	27.2	65.1	7	-174.9	64.0	70.8	64.0	8	2453144.359710	2004.380177	60.4	46.4	16
-250.0	-70.0	100.4	36.8	2	-361.7	-38.0	206.0	61.2	3	2453147.416985	2004.388547	40.5	34.5	12
-513.0	-13.0	-1.0	-1.0	1	-513.0	-13.0	-1.0	-1.0	1	2453437.583528	2005.182980	46.0	53.0	19
-162.4	-122.8	68.5	37.8	9	-189.7	-126.9	107.7	37.9	10	2453440.595626	2005.191226	61.1	61.0	19
-215.0	-43.8	78.7	80.5	6	-260.3	-57.7	139.7	82.2	7	2453473.502552	2005.281321	52.8	49.3	18
-190.6	-86.4	92.9	28.3	5	-237.3	-109.7	141.5	62.4	6	2453474.551959	2005.284194	53.8	54.8	17
-218.0	-148.5	30.1	48.5	4	-273.4	-178.0	126.6	78.2	5	2453494.504424	2005.338821	59.0	65.8	12
-178.0	-104.3	42.6	54.5	3	-227.5	-175.3	104.9	148.7	4	2453499.487338	2005.352463	60.7	41.0	14
8.9	-146.0	51.9	21.0	7	-37.4	-154.5	139.3	30.9	8	2453880.464330	2006.395521	57.3	49.1	16
-326.0	-372.0	-1.0	-1.0	1	-326.0	-372.0	-1.0	-1.0	1	2453881.478949	2006.398299	44.0	45.0	26

Tabela C.27: Big Table Sinope - OHP

C.2 Satélites de Saturno

Albiorix

Albiorix - OHP														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
-67.5	170.5	48.8	13.4	2	-65.5	36.0	179.0	188.5	4	2452235.402734	2001.891588	59.0	53.5	40

Tabela C.28: Big Table Albiorix - OHP

Phoebe

Phoebe - LNA - Perkin-Elmer														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
57.5	70.0	2.1	29.7	2	57.5	70.0	2.1	29.7	2	2449877.793750	1995.436806	20.0	27.0	5
3.0	-47.5	5.7	4.9	2	3.0	-47.5	5.7	4.9	2	2449937.705821	1995.600837	0.0	0.0	3
5.3	-36.7	26.3	31.0	3	5.3	-36.7	26.3	31.0	3	2449938.772101	1995.603756	49.7	97.0	4
-27.8	44.0	9.7	6.8	8	-58.0	23.8	89.4	33.3	12	2450357.673596	1996.750646	115.5	81.2	4
98.0	-180.4	23.8	6.8	5	98.0	-180.4	23.8	6.8	5	2450672.816224	1997.613459	25.6	58.4	4
10.7	-150.3	5.1	7.5	3	10.7	-150.3	5.1	7.5	3	2450673.832650	1997.616242	39.0	21.3	4
48.0	-17.0	-1.0	-1.0	1	48.0	-17.0	-1.0	-1.0	1	2450674.807442	1997.618911	48.0	63.0	4
27.7	-14.3	0.6	3.8	3	27.7	-14.3	0.6	3.8	3	2450675.792052	1997.621607	6.7	58.3	4

-44.8	-89.3	10.3	14.7	6	-44.8	-89.3	10.3	14.7	6	2451411.813919	1999.636725	30.7	67.8	6
-20.1	-51.8	11.9	14.7	26	-18.6	-54.8	15.4	18.2	30	2452207.720615	2001.815799	61.9	68.7	14
-30.3	-42.7	21.7	29.9	23	-25.8	-39.8	26.0	30.4	25	2452208.697933	2001.818474	53.8	68.9	16
-74.6	-83.2	21.4	18.4	19	-74.6	-83.2	21.4	18.4	19	2452209.661993	2001.821114	37.4	51.7	19
-40.7	-112.7	26.6	25.5	27	-41.6	-111.6	36.4	24.7	30	2452210.639003	2001.823789	44.1	65.7	13
-123.1	167.4	61.5	28.2	11	-115.9	168.1	56.4	74.8	14	2454148.573256	2007.129564	1.9	17.7	3
-3.9	-72.2	32.8	19.9	14	24.0	-0.1	270.1	258.9	21	2455004.464466	2009.472866	26.9	24.1	4
-47.4	35.6	3.7	25.3	35	-31.2	3.7	111.6	135.5	49	2455354.441515	2010.431051	45.4	76.8	4
-22.3	-6.8	13.6	9.1	38	-25.4	-6.2	45.5	18.4	50	2455362.455967	2010.452993	54.5	37.5	4
-26.9	11.7	3.9	4.3	18	-26.5	11.1	7.8	4.2	22	2455363.494509	2010.455837	35.2	42.9	5
-39.1	32.8	7.1	4.4	19	-36.9	33.2	11.9	4.5	20	2455365.397487	2010.461047	54.5	26.7	5
-30.6	33.0	8.2	7.3	5	-30.6	33.0	8.2	7.3	5	2455366.456418	2010.463946	0.0	0.0	3
74.0	-145.0	-1.0	-1.0	1	74.0	-145.0	-1.0	-1.0	1	2455717.479513	2011.424995	36.0	23.0	4
180.4	-179.6	19.6	9.1	5	180.4	-179.6	19.6	9.1	5	2455718.470555	2011.427708	0.0	0.0	3
-45.0	-97.0	-1.0	-1.0	1	-45.0	-97.0	-1.0	-1.0	1	2456050.515324	2012.336797	0.0	0.0	3

Tabela C.29: Big Table Phoebe - Perkin-Elmer

Phoebe - LNA - Boller & Chivens														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat

-55.0	-41.6	10.7	16.0	17	-59.6	-50.3	19.5	22.3	22	2452147.808937	2001.651769	48.6	50.7	35
282.0	-133.0	-1.0	-1.0	1	282.0	-133.0	-1.0	-1.0	1	2453286.836060	2004.770256	48.0	59.0	26
11.4	-16.6	24.4	29.2	5	11.4	-16.6	24.4	29.2	5	2453287.811380	2004.772926	43.0	48.6	32
23.8	-3.1	28.8	27.9	18	22.6	-3.2	32.8	37.0	20	2453462.495303	2005.251184	56.9	56.1	51
8.9	-25.0	25.1	36.4	31	10.6	-29.5	31.3	47.4	35	2453464.470561	2005.256592	52.3	53.2	49
9.0	-6.2	17.1	46.1	20	26.5	-17.7	43.2	61.0	27	2453465.459514	2005.259300	50.3	54.3	56
-74.9	-68.2	25.1	21.9	9	-66.7	-66.3	35.1	21.5	10	2453795.556512	2006.163056	46.4	50.0	21
58.6	-52.8	87.5	82.3	29	53.3	-45.9	87.0	163.6	31	2453806.544208	2006.193139	58.9	64.2	19
-1.7	-40.8	14.8	23.2	10	-1.7	-40.8	14.8	23.2	10	2453809.461102	2006.201125	49.5	57.5	16
20.1	-70.7	30.1	19.4	34	14.9	-67.8	32.5	27.8	40	2454205.548411	2007.285553	58.6	57.6	15
29.5	-99.6	19.0	8.5	8	31.2	-96.7	20.3	25.1	10	2454206.553572	2007.288305	67.3	57.6	13
33.1	-65.4	36.9	28.4	19	27.9	-60.9	42.8	34.3	20	2454208.599393	2007.293906	60.2	59.2	15
3.9	-72.4	26.3	32.3	40	-1.9	-73.6	47.1	48.8	47	2454210.478389	2007.299051	58.0	57.6	17
60.9	6.4	36.7	57.5	30	79.0	22.2	76.4	141.8	35	2454574.549533	2008.295823	49.8	54.4	9
45.9	-88.2	24.4	28.2	24	38.6	-67.6	78.5	65.1	33	2454611.487289	2008.396953	56.3	52.4	14
84.0	-27.5	16.2	28.2	20	77.9	-30.9	26.2	29.2	22	2454613.463949	2008.402365	59.9	64.2	16
43.7	-65.9	75.3	21.6	12	43.7	-65.9	75.3	21.6	12	2454614.427012	2008.405002	65.7	56.9	10
41.0	41.0	-1.0	-1.0	1	41.0	41.0	-1.0	-1.0	1	2455030.454215	2009.544022	63.0	49.0	9
13.8	-84.6	70.1	32.5	5	13.8	-84.6	70.1	32.5	5	2455034.430402	2009.554908	51.4	62.8	9
-0.5	44.0	27.3	18.9	30	8.6	27.4	51.4	43.0	38	2455320.497077	2010.338116	54.2	56.3	11

-64.5	31.2	39.5	13.6	16	-67.4	31.5	38.3	18.8	18	2455321.427632	2010.340664	55.1	50.6	14
-82.1	51.3	70.0	56.0	29	-82.1	51.3	70.0	56.0	29	2455322.454924	2010.343476	62.5	51.8	8
-69.6	40.1	10.4	24.1	19	-64.6	40.1	33.2	30.8	28	2455323.531213	2010.346423	72.1	57.1	6
3.2	73.2	66.7	11.2	14	-11.2	57.7	66.4	34.9	18	2455324.583172	2010.349303	60.9	45.4	7
17.1	24.9	22.8	12.4	25	17.1	24.2	27.1	12.3	27	2455382.411703	2010.507629	59.7	42.1	14
30.8	19.7	28.0	18.9	24	28.6	23.7	31.3	27.4	30	2455383.500421	2010.510610	54.9	42.0	13
8.1	11.5	26.0	27.4	19	12.6	11.9	32.3	26.8	20	2455384.498972	2010.513344	53.0	43.1	12
40.7	-55.6	56.2	45.9	29	61.9	-17.6	97.2	174.3	42	2455705.451198	2011.392063	49.2	65.3	12
-49.6	-64.7	25.5	59.1	14	-54.4	-65.2	30.9	56.9	15	2456050.472042	2012.336679	58.0	52.0	17
21.5	-48.4	20.0	15.1	25	29.9	-49.8	45.7	20.8	30	2456071.575410	2012.394456	59.6	60.9	15
-29.4	-28.6	58.0	19.3	5	81.8	-36.5	440.2	58.4	8	2456072.442127	2012.396829	59.6	48.8	16
-48.7	-70.8	16.4	23.7	24	-57.0	-66.0	87.7	24.8	30	2456074.491822	2012.402441	60.4	55.3	15
-90.1	-74.8	28.9	25.9	26	-100.8	-73.7	42.1	28.1	30	2456075.438641	2012.405033	62.7	58.9	17
-25.0	-39.0	71.8	27.0	9	-2.9	-50.2	97.3	43.6	10	2456076.548350	2012.408072	53.0	48.9	10

Tabela C.30: Big Table Phoebe - Boller & Chivens

Phoebe - LNA - Zeiss														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
24.6	-60.4	37.2	30.6	19	33.9	-64.4	45.9	31.7	21	2454208.598898	2007.293905	60.2	60.0	16

96.5	91.5	84.1	17.7	2	154.5	-9.3	262.9	158.0	6	2454574.551421	2008.295828	61.5	65.5	9
------	------	------	------	---	-------	------	-------	-------	---	----------------	-------------	------	------	---

Tabela C.31: Big Table Phoebe - Zeiss

Phoebe - OHP														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
-44.4	45.4	21.2	25.3	8	-62.0	50.0	38.6	52.1	11	2451037.542877	1998.612027	61.6	46.4	18
-21.0	128.0	-1.0	-1.0	1	-21.0	128.0	-1.0	-1.0	1	2451039.528573	1998.617463	50.0	46.0	17
-67.5	31.3	21.2	36.2	10	-74.3	29.1	30.2	35.1	11	2451040.544046	1998.620243	54.8	36.8	21
-40.8	57.7	16.4	33.6	9	-48.3	54.6	24.5	71.4	11	2451041.608854	1998.623159	62.0	34.6	19
90.2	83.7	4.7	21.7	8	90.2	83.7	4.7	21.7	8	2451042.599476	1998.625871	61.4	38.9	19
-91.4	29.3	27.0	14.9	10	-92.5	34.5	25.9	22.2	11	2451044.633968	1998.631441	55.5	34.0	19
-32.1	3.9	17.7	14.5	7	-31.6	10.8	16.4	23.7	8	2451045.650185	1998.634223	62.1	41.6	20
-4.0	26.5	12.5	22.0	6	-4.0	26.5	12.5	22.0	6	2451062.586266	1998.680592	69.8	56.0	12
-50.2	27.8	48.4	33.5	5	-50.2	27.8	48.4	33.5	5	2451065.616173	1998.688887	49.8	38.8	20
-17.4	-21.8	21.5	10.2	5	-17.4	-21.8	21.5	10.2	5	2451066.621631	1998.691640	49.8	42.0	14
104.0	106.0	-1.0	-1.0	1	104.0	106.0	-1.0	-1.0	1	2451160.399735	1998.948390	15.0	49.0	4
16.6	9.1	65.4	60.8	9	16.6	9.1	65.4	60.8	9	2451162.355834	1998.953746	61.2	53.6	10
-40.0	34.6	36.0	21.5	12	-40.0	34.6	36.0	21.5	12	2451163.403509	1998.956614	63.8	68.8	10
-30.7	-20.0	47.2	16.1	7	-30.7	-20.0	47.2	16.1	7	2451164.366325	1998.959250	66.7	64.1	8

-63.9	-34.1	20.6	29.6	9	-48.4	-19.8	39.9	45.0	11	2451165.382102	1998.962031	65.2	79.2	9
10.0	16.9	12.2	24.4	7	10.0	16.9	12.2	24.4	7	2451460.668373	1999.770481	52.7	50.6	22
2.8	-22.3	12.8	9.2	8	0.3	-18.8	14.0	13.5	9	2451462.670956	1999.775964	43.8	50.5	16
-48.0	16.6	37.9	24.6	5	-48.0	16.6	37.9	24.6	5	2451465.521748	1999.783769	44.4	63.6	14
21.2	72.2	69.8	49.3	9	13.0	55.3	70.7	70.9	10	2451492.574300	1999.857835	61.6	56.8	17
12.0	-29.8	32.1	37.2	5	12.0	-29.8	32.1	37.2	5	2451493.558142	1999.860528	45.4	50.8	12
58.5	-74.5	24.7	16.3	2	58.5	-74.5	24.7	16.3	2	2451870.381706	2000.892215	64.5	48.5	16
-13.7	-81.3	12.4	8.3	7	2.8	-72.1	35.1	19.6	9	2451873.401055	2000.900482	45.9	41.9	31
34.0	-64.0	49.4	29.0	4	34.0	-64.0	49.4	29.0	4	2451876.461372	2000.908860	31.5	49.3	29
26.6	-51.0	37.4	38.8	7	26.6	-51.0	37.4	38.8	7	2451877.421351	2000.911488	52.0	55.4	20
-38.6	-21.9	21.0	46.2	9	-38.6	-21.9	21.0	46.2	9	2451900.281205	2000.974075	46.9	41.7	20
63.3	26.5	56.5	93.3	4	63.3	26.5	56.5	93.3	4	2451991.303010	2001.223279	42.0	55.0	19
-20.3	-11.5	11.6	21.4	13	-20.3	-11.5	11.6	21.4	13	2452145.629965	2001.645804	48.7	53.1	59
-31.4	-21.9	33.7	23.2	7	-33.8	-33.6	31.9	39.6	8	2452146.578218	2001.648400	55.4	51.9	58
29.4	9.7	20.1	26.1	16	25.8	11.4	24.7	26.2	17	2452230.568626	2001.878353	46.5	47.7	35
-1.6	46.0	10.2	10.1	10	-1.6	46.0	10.2	10.1	10	2452231.577455	2001.881115	49.7	52.5	40
61.2	13.4	61.7	27.9	11	61.2	13.4	61.7	27.9	11	2452233.592345	2001.886632	48.1	36.9	43
9.5	14.1	7.8	12.1	14	9.2	17.5	23.2	22.5	21	2452234.407669	2001.888864	51.9	44.8	44
23.8	-8.6	19.8	8.5	10	20.8	-5.7	21.3	12.5	11	2452235.406013	2001.891597	57.0	50.4	39
3.7	-19.1	34.1	5.8	8	-4.2	-17.6	36.0	16.0	10	2452236.442216	2001.894434	50.5	51.3	30

-4.7	-1.3	16.0	19.3	16	-7.5	-6.9	35.5	36.0	20	2452237.418240	2001.897106	55.6	52.3	31
-7.9	-52.5	22.9	16.6	15	-7.9	-52.5	22.9	16.6	15	2452262.367775	2001.965414	60.6	47.5	24
-23.0	-10.9	23.9	6.3	7	-22.8	-14.9	22.2	12.8	8	2452263.377974	2001.968180	54.6	42.9	26
-36.1	-42.8	14.6	8.0	11	-36.1	-42.8	14.6	8.0	11	2452264.327421	2001.970780	60.4	49.6	25
-20.6	-26.6	25.5	14.3	5	-20.6	-26.6	25.5	14.3	5	2452265.320476	2001.973498	53.8	44.8	29
-22.9	13.8	21.4	23.2	10	-22.9	13.8	21.4	23.2	10	2452283.264969	2002.022628	48.3	44.3	31
-16.8	-18.0	29.5	17.3	6	-16.8	-18.0	29.5	17.3	6	2452284.299689	2002.025461	56.3	51.7	27
-4.2	32.4	16.5	10.1	5	-4.2	32.4	16.5	10.1	5	2452285.285142	2002.028159	47.2	56.0	27
-10.0	1.7	28.0	12.8	4	-10.0	1.7	28.0	12.8	4	2452286.273507	2002.030865	45.5	47.3	28
31.5	-8.3	10.5	13.7	6	31.5	-8.3	10.5	13.7	6	2452621.564266	2002.948841	49.3	52.3	122
7.7	41.6	56.9	20.2	11	7.7	41.6	56.9	20.2	11	2452624.464261	2002.956781	44.5	47.6	102
57.8	-27.2	22.9	16.5	6	57.8	-27.2	22.9	16.5	6	2452637.423755	2002.992262	52.8	44.8	66
16.3	-31.1	9.8	16.4	7	22.1	-31.0	18.8	15.2	8	2452638.454311	2002.995083	50.3	52.6	74
23.3	14.6	12.0	19.5	9	22.8	18.1	19.2	26.5	11	2452668.372909	2003.076996	48.6	50.3	103
10.1	42.0	22.8	16.3	7	10.1	42.0	22.8	16.3	7	2452699.284180	2003.161626	46.6	49.6	111
-6.3	24.0	14.9	19.4	7	-6.3	24.0	14.9	19.4	7	2452726.323591	2003.235656	50.0	48.7	95
52.4	30.6	61.6	52.8	11	30.2	30.5	96.8	50.4	12	2452990.415488	2003.958700	49.0	49.7	146
0.5	-34.5	18.0	11.6	8	6.8	-40.7	22.9	17.0	10	2453024.359702	2004.051635	52.0	53.0	163
23.7	-38.8	46.8	36.0	14	22.5	-52.6	59.6	50.8	16	2453025.397132	2004.054475	50.9	49.9	124
29.5	5.2	64.1	44.8	20	21.1	28.8	81.4	83.9	25	2453026.399109	2004.057218	51.1	49.9	169

18.6	-45.3	12.9	16.1	8	31.3	-41.9	49.1	36.3	14	2453027.371920	2004.059882	50.5	48.7	176
4.9	16.7	20.7	16.4	9	9.8	15.8	55.6	36.7	13	2453437.342383	2005.182320	50.8	44.2	69
-8.3	-1.2	15.6	8.7	8	-7.6	9.9	14.3	27.9	10	2453438.313707	2005.184979	45.9	44.1	67
-0.9	-2.8	13.4	30.0	10	-6.2	-6.3	21.7	30.7	11	2453439.327490	2005.187754	48.7	42.6	63
-20.1	-6.8	9.4	15.2	9	-22.9	10.6	12.5	56.8	10	2453440.303874	2005.190428	51.1	44.7	72
21.3	47.0	27.3	14.7	7	58.5	84.5	108.2	106.9	8	2453462.395818	2005.250912	51.9	45.3	74
20.4	21.5	27.6	23.2	8	20.4	21.5	27.6	23.2	8	2453463.351565	2005.253529	50.0	44.5	78
1.8	26.0	23.3	16.3	6	1.8	26.0	23.3	16.3	6	2453467.309936	2005.264366	48.0	46.2	73
-1.5	29.8	16.2	5.8	6	-27.1	22.2	49.4	28.1	9	2453469.346306	2005.269941	46.8	47.2	83
-50.0	-2.0	-1.0	-1.0	1	-50.0	-2.0	-1.0	-1.0	1	2453470.338433	2005.272658	50.0	44.0	74
19.1	6.4	18.3	9.4	7	1.9	-9.1	51.7	44.8	8	2453473.319645	2005.280820	50.0	48.0	78
-6.0	-18.3	32.6	25.8	6	-6.0	-18.3	32.6	25.8	6	2453474.321443	2005.283563	43.8	46.3	57
-3.9	-8.9	23.4	13.1	7	-3.9	-8.9	23.4	13.1	7	2453475.313125	2005.286278	49.6	43.1	58
-6.7	5.7	10.7	33.7	6	-2.3	13.8	38.8	57.0	8	2453495.347802	2005.341130	45.8	52.5	61
13.1	-17.9	37.7	36.9	7	13.1	-17.9	37.7	36.9	7	2453496.355339	2005.343888	45.1	44.3	60
2.6	7.7	36.0	23.4	9	2.6	7.7	36.0	23.4	9	2453499.347578	2005.352080	46.6	45.2	61
21.0	-10.0	-1.0	-1.0	1	21.0	-10.0	-1.0	-1.0	1	2453839.343301	2006.282938	60.0	54.0	12
-2.8	-41.6	29.8	3.9	8	-7.8	-29.6	28.0	20.2	12	2454214.379970	2007.309732	55.4	50.8	17
-0.5	69.0	133.6	5.7	2	-0.5	69.0	133.6	5.7	2	2454215.341801	2007.312366	60.5	63.5	12

Tabela C.32: Big Table Phoebe - OHP

Siarnaq

Siarnaq - OHP														
off_ra	off_de	E_a	E_d	Nfr	off_ra_t	off_de_t	E_a_t	E_d_t	Nfr_t	JD	Ano	S_a	S_d	Ncat
-129.0	-179.3	25.9	71.2	3	-64.5	-174.0	130.7	59.1	4	2452262.435692	2001.965600	53.0	56.7	35
-69.0	-227.5	41.0	26.2	2	5.7	-209.3	132.5	36.5	3	2452263.366269	2001.968148	59.5	58.0	38
-72.3	-172.3	117.3	99.1	4	-72.3	-172.3	117.3	99.1	4	2452264.367459	2001.970889	55.0	58.8	32
-12.0	-277.0	58.0	50.1	3	-12.0	-277.0	58.0	50.1	3	2452283.344771	2002.022846	49.7	57.0	10
12.0	-250.0	14.1	86.3	2	12.0	-250.0	14.1	86.3	2	2452284.347128	2002.025591	58.5	65.5	6
-79.7	-78.3	16.7	42.4	3	-79.7	-78.3	16.7	42.4	3	2452285.334402	2002.028294	58.7	54.7	6
-12.3	-179.0	77.3	40.6	4	40.8	-190.6	136.2	43.7	5	2452286.314715	2002.030978	67.0	71.8	8
-95.3	-362.7	100.2	49.5	3	53.2	-277.0	227.3	125.4	5	2452637.482588	2002.992423	57.3	51.3	102

Tabela C.33: Big Table Siarnaq - OHP

D Gráficos Offset x Anomalia Verdadeira

Os gráficos "offsets em relação às efemérides por anomalia verdadeira", sendo a anomalia verdadeira o ângulo de posição na órbita a partir da menor distância entre o satélite e o planeta (periastro) na direção de movimento do satélite, também descrito no Capítulo 5, são mostrados para todos os satélites. Os offsets apresentados são as médias dos offsets de cada noite. Para cada satélite, o gráfico de cima é o offset da coordenada de Ascensão Reta enquanto o de baixo é o da coordenada de Declinação. A escala dos offsets está em mas (mili-segundo de arco) e a da Anomalia Verdadeira está em graus.

D.1 Satélites de Júpiter

D.1.1 Grupo Irregular Prógrado Himalia

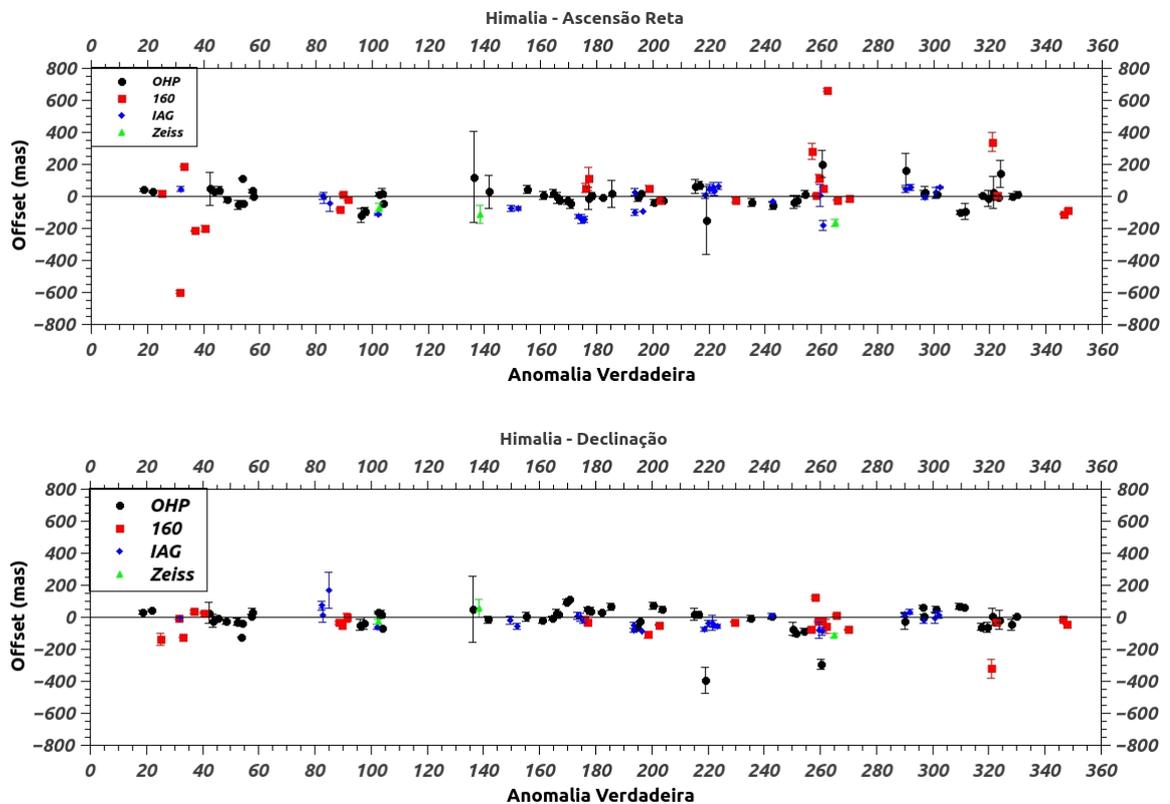


Figura D.1: Gráfico Offset x Anomalia Verdadeira - Himalia

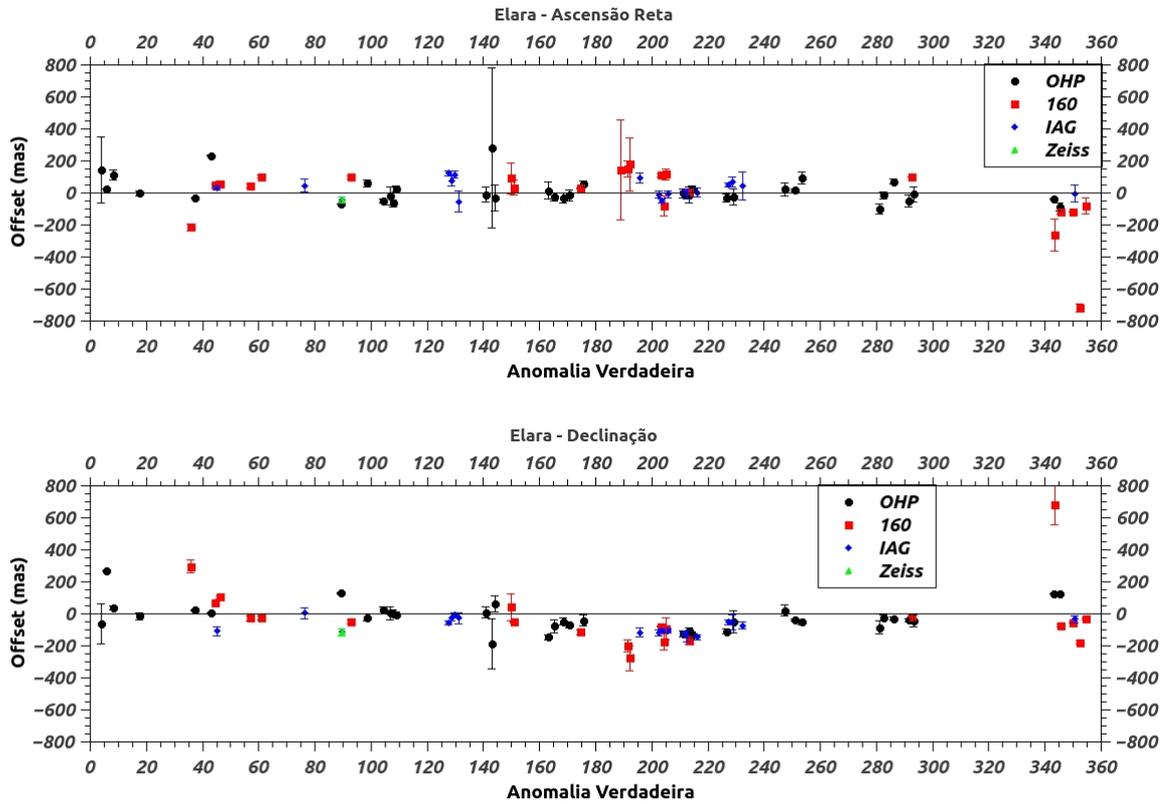


Figura D.2: Gráfico Offset x Anomalia Verdadeira - Elara

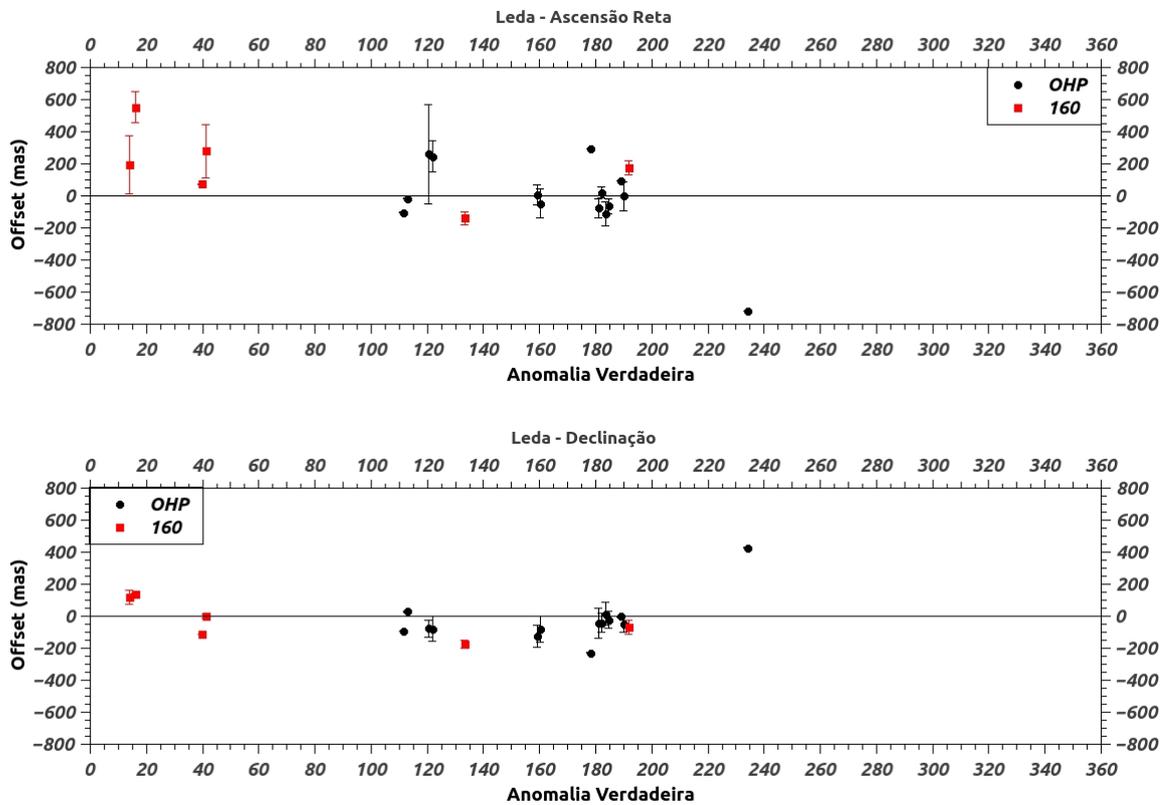


Figura D.3: Gráfico Offset x Anomalia Verdadeira - Leda

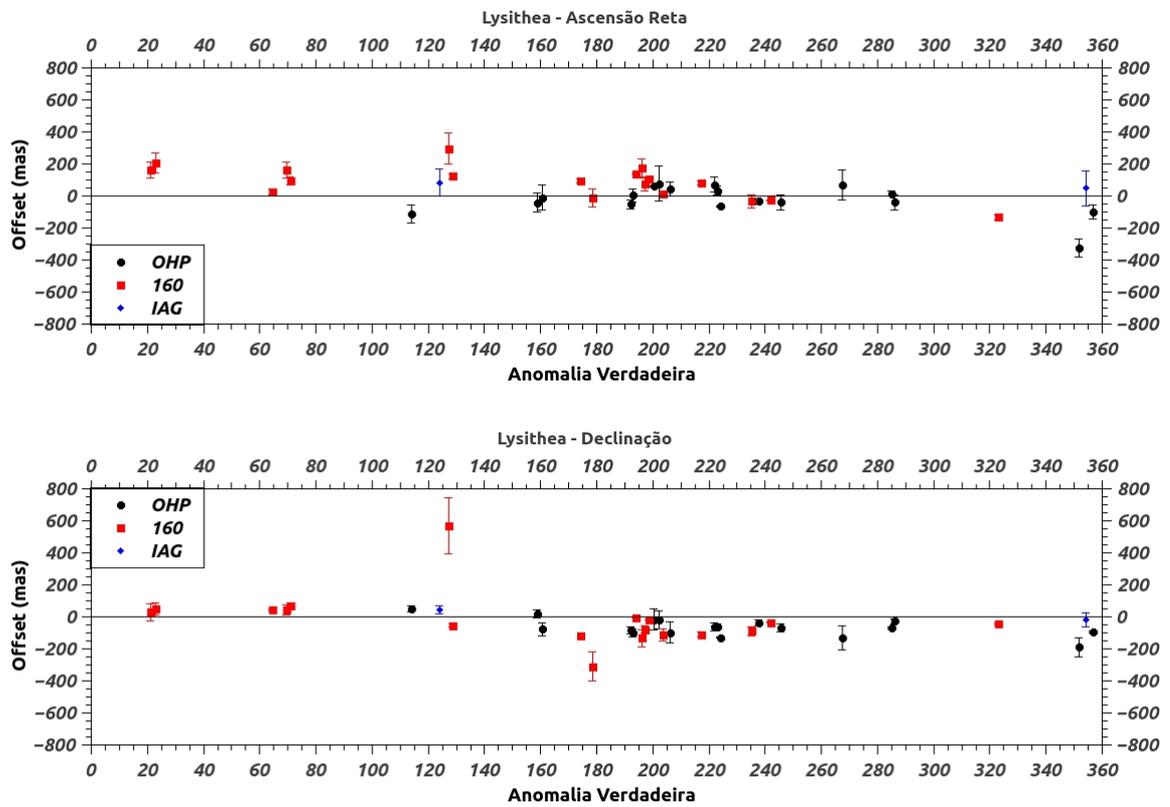
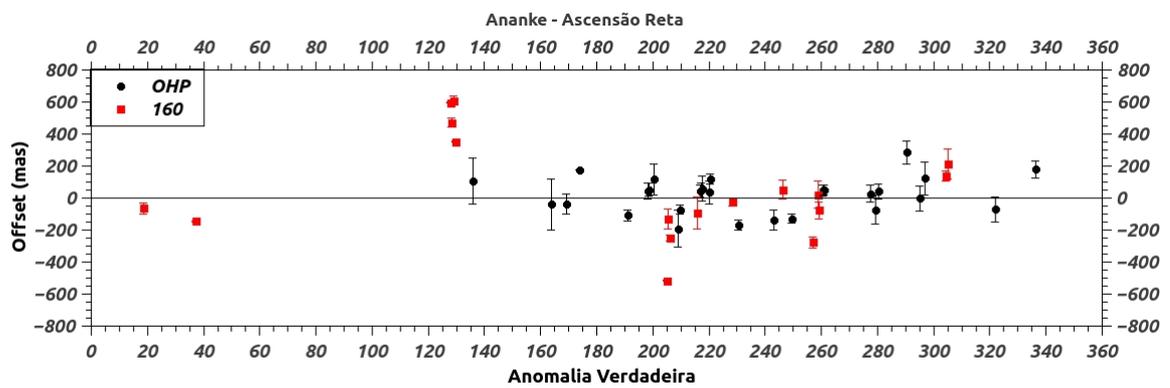


Figura D.4: Gráfico Offset x Anomalia Verdadeira - Lysithea

D.1.2 Grupo Irregular Retrógado Ananke



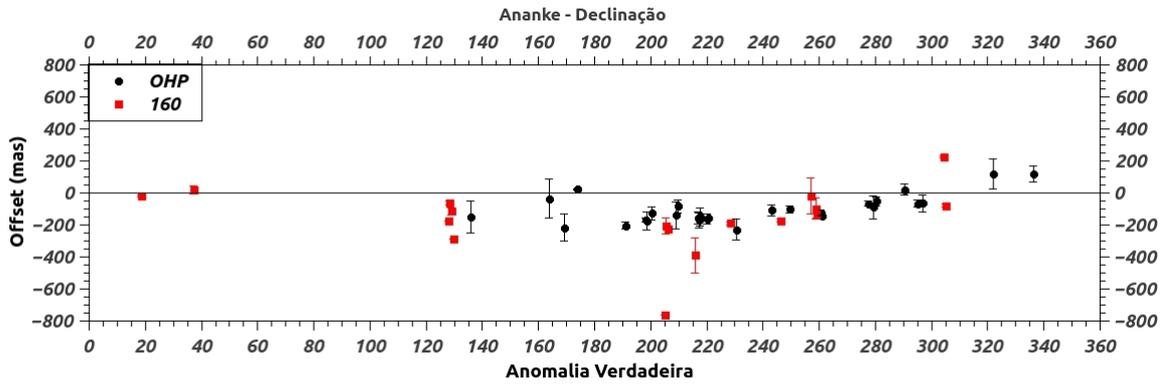


Figura D.5: Gráfico Offset x Anomalia Verdadeira - Ananke

D.1.3 Grupo Irregular Retrógado Carme

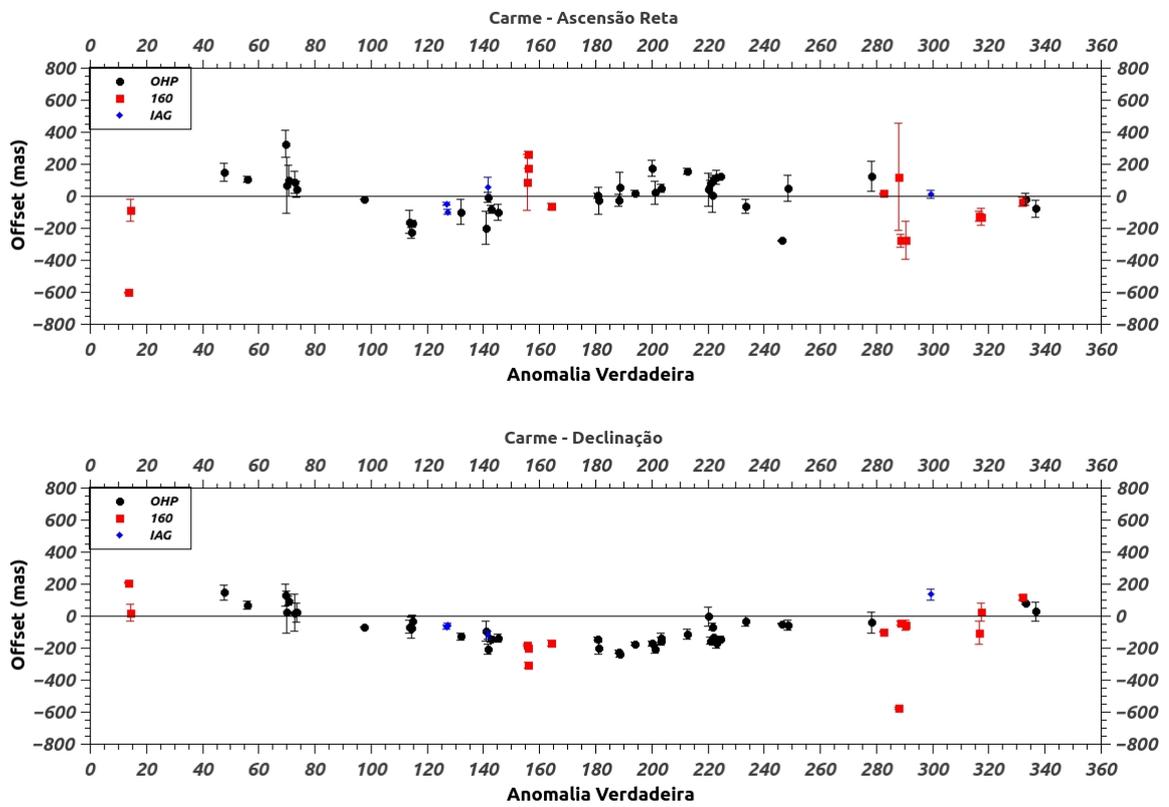


Figura D.6: Gráfico Offset x Anomalia Verdadeira - Carme

D.1.4 Grupo Irregular Retrógado Pasiphae

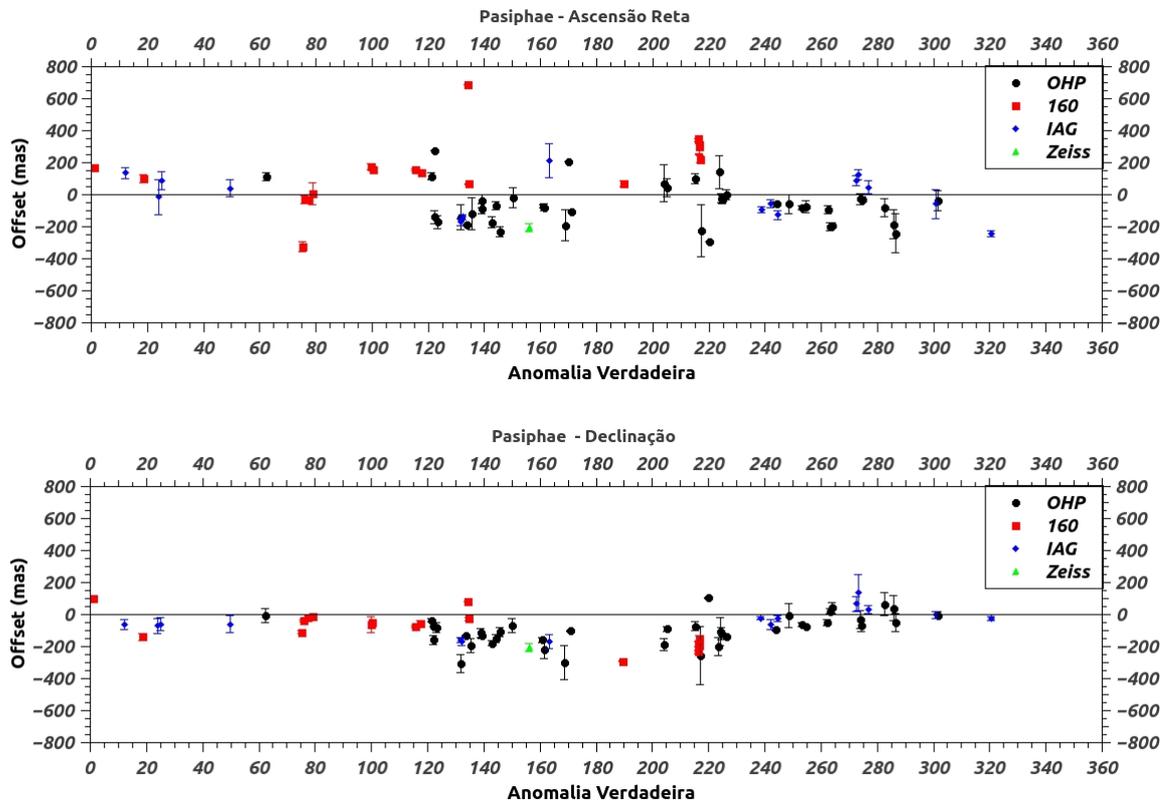
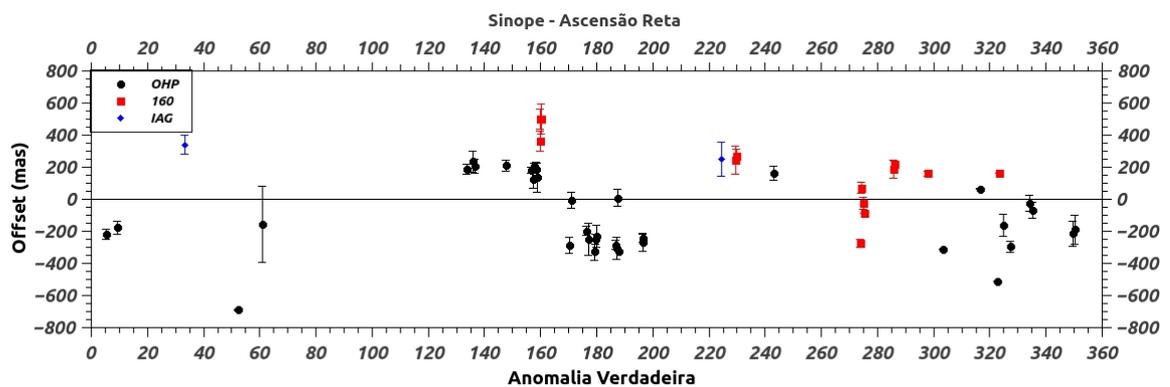


Figura D.7: Gráfico Offset x Anomalia Verdadeira - Pasiphae

D.1.5 Grupo Irregular Retrógado Sinope



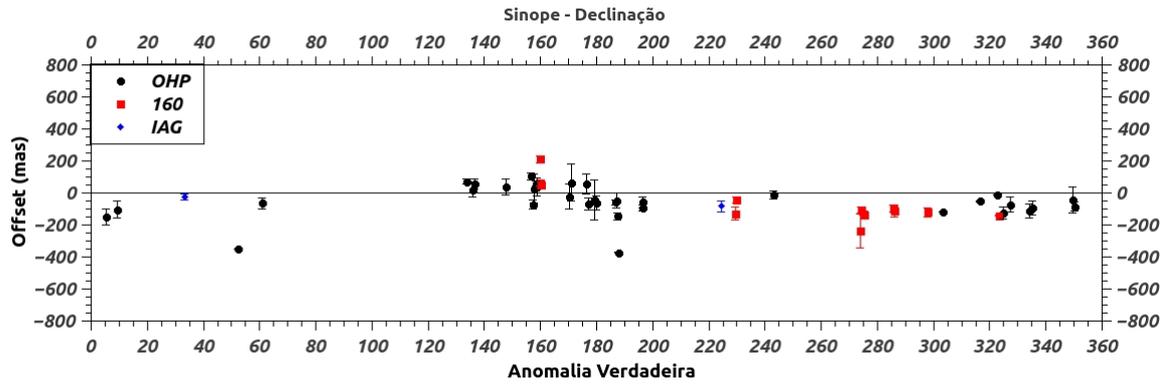


Figura D.8: Gráfico Offset x Anomalia Verdadeira - Sinope

D.2 Satélites de Saturno

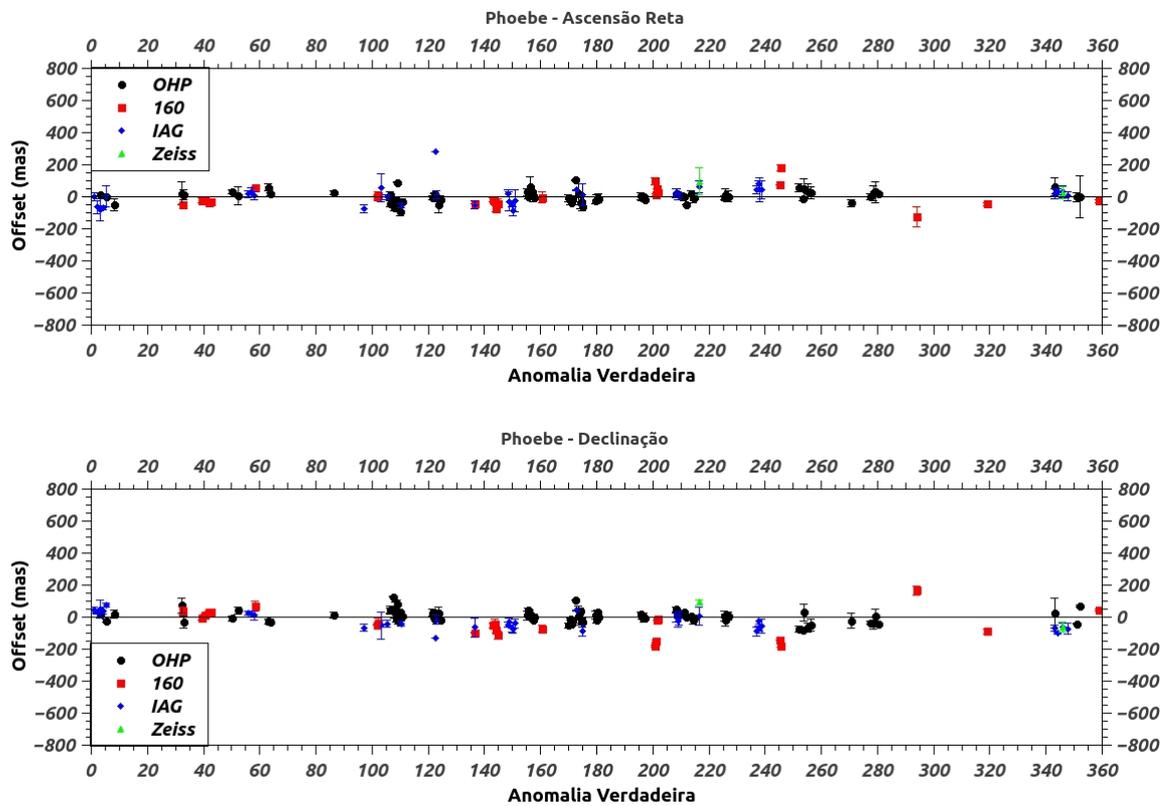


Figura D.9: Gráfico Offset x Anomalia Verdadeira - Phoebe

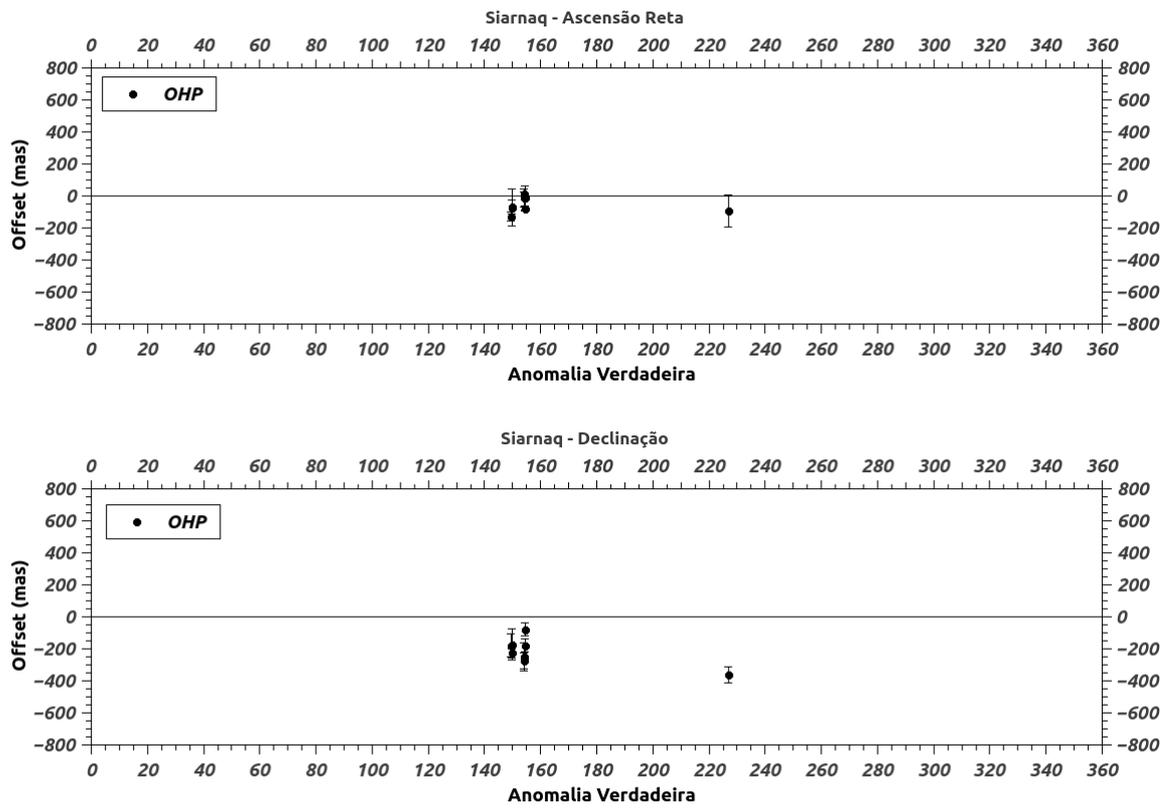


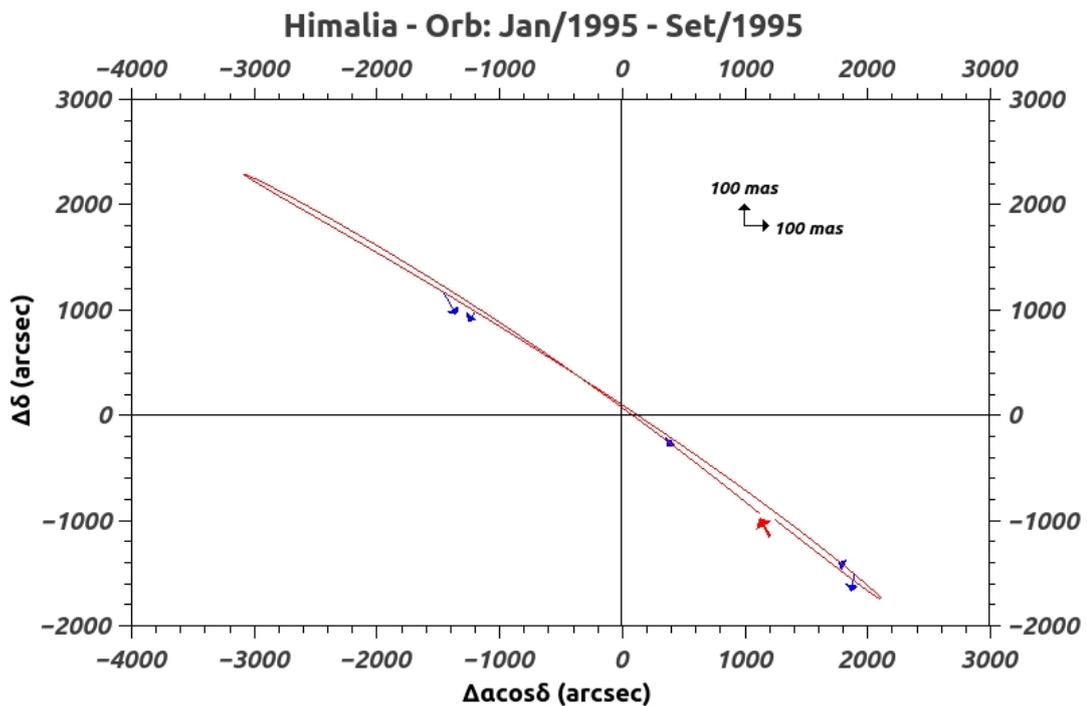
Figura D.10: Gráfico Offset x Anomalia Verdadeira - Siarnaq

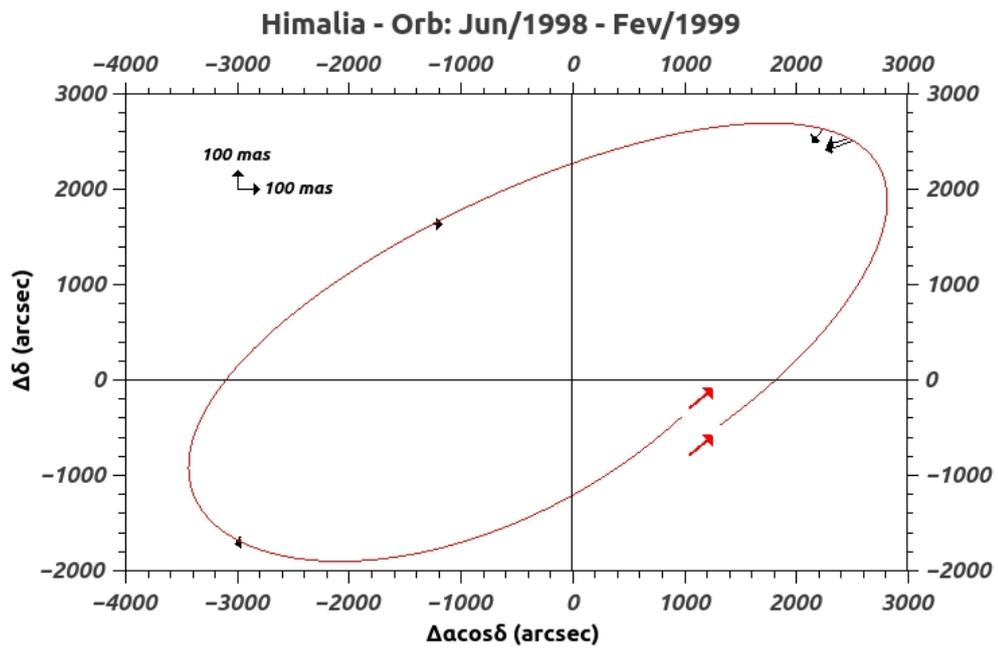
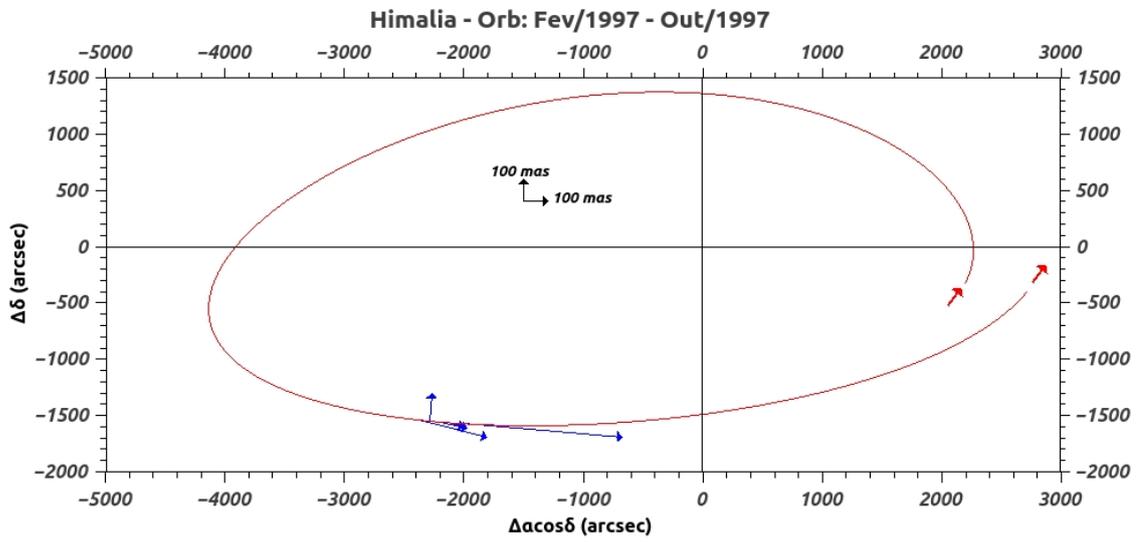
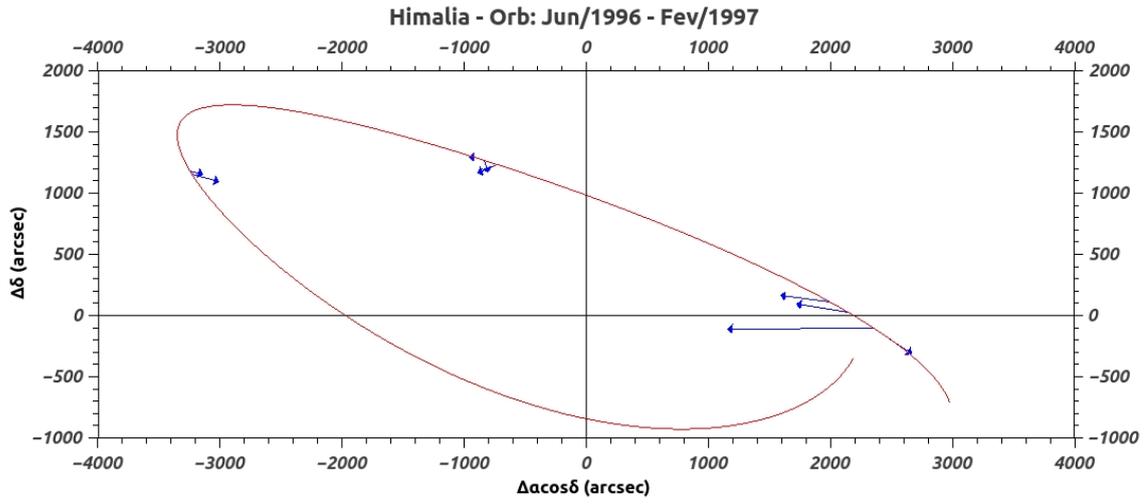
E Gráficos dos Offsets projetados no céu ao longo da Órbita

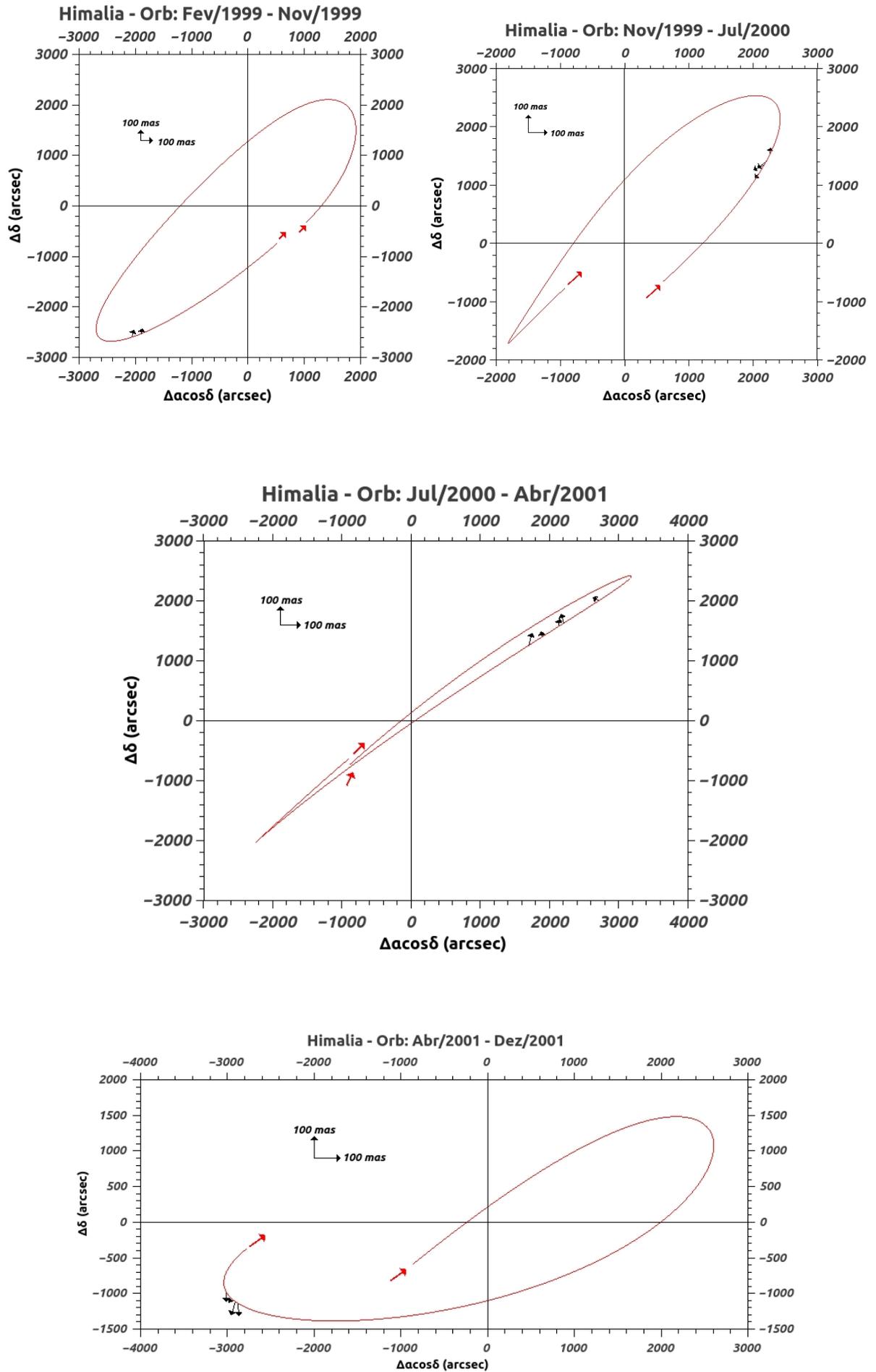
Os gráficos deste anexo são projeções da órbita dos satélites de Júpiter e Saturno como visto da terra durante um período orbital do mesmo centrado no planeta. A linha é a posição do satélite dado pela efeméride em relação ao planeta, que está centrado no gráfico, os vetores são os offsets das posições observadas em relação às efemérides e apontam na direção da posição observada. Vetores em preto referem-se aos offsets do OHP e vetores em azul aos offsets do LNA. Para cada período orbital há um gráfico com as médias dos offsets noite a noite. Podem haver discontinuidades entre os gráficos devido à falta de observações em alguns períodos orbitais. Períodos orbitais com apenas uma noite observada também não foram plotados.

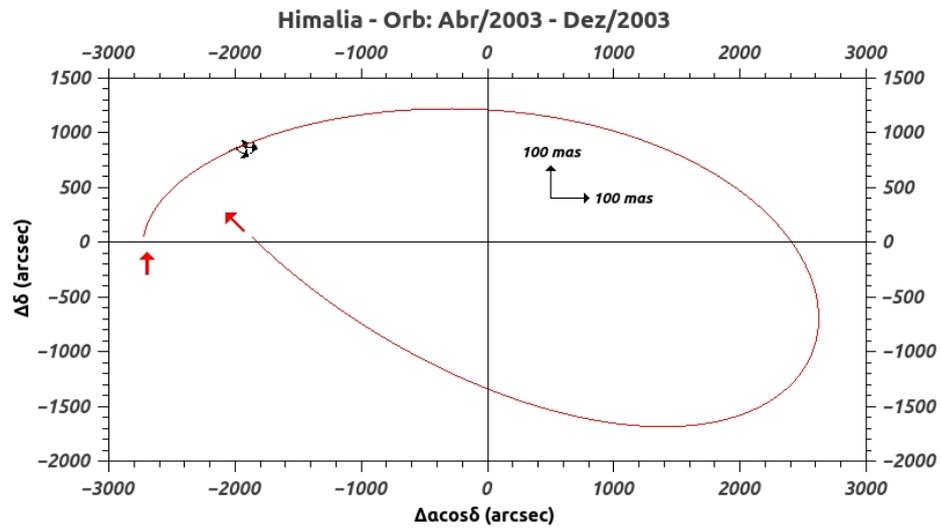
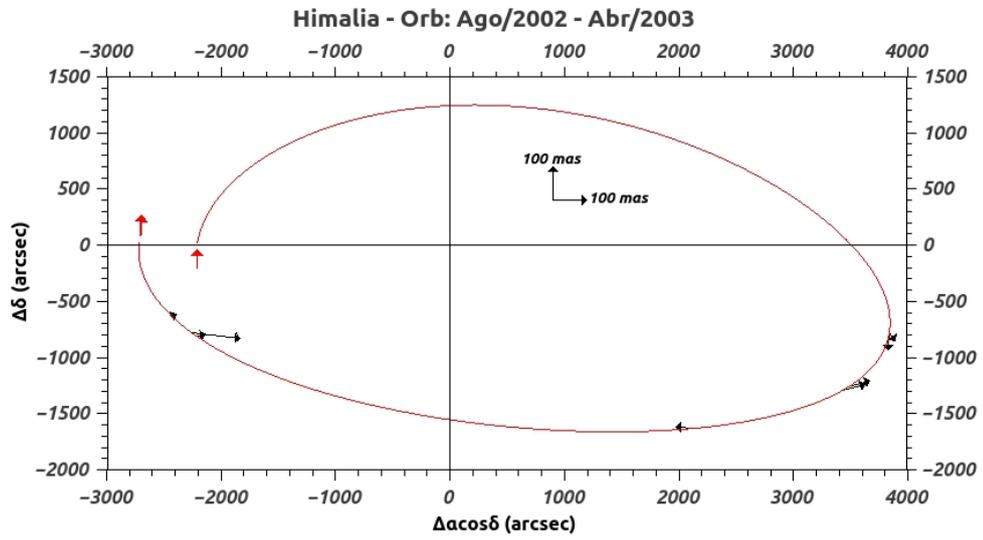
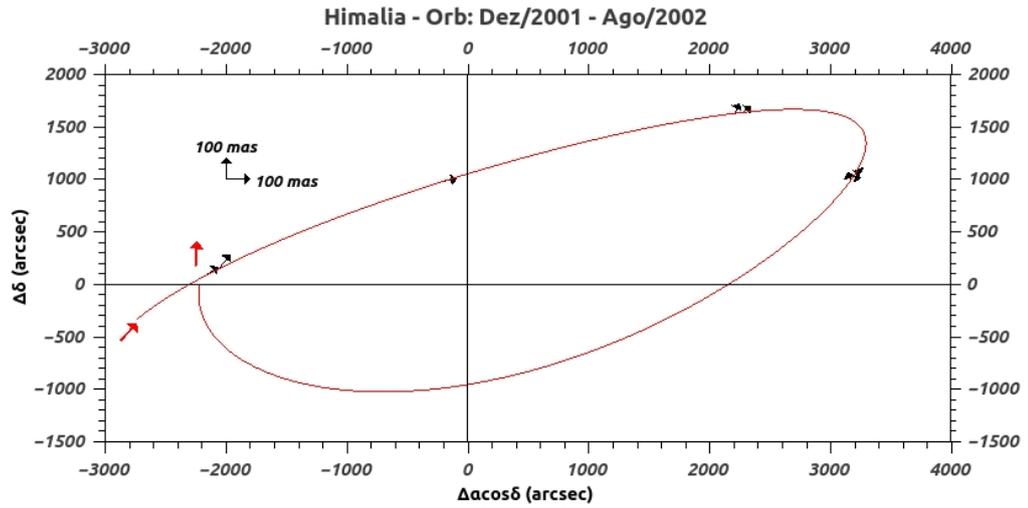
E.1 Satélites de Júpiter

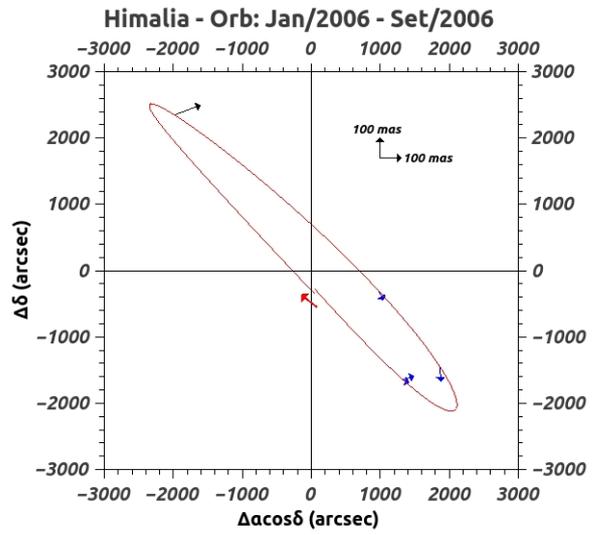
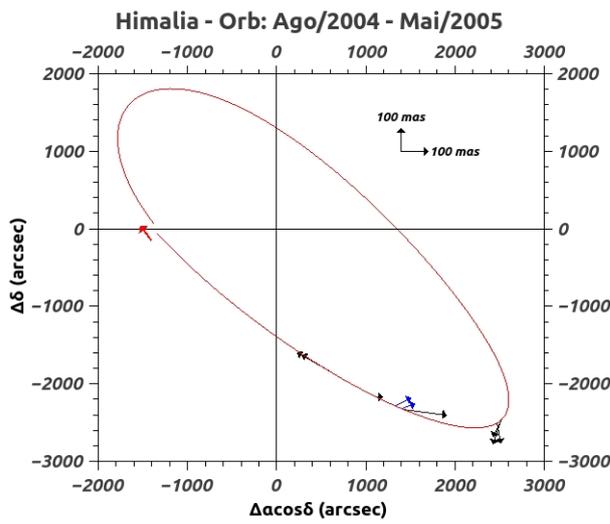
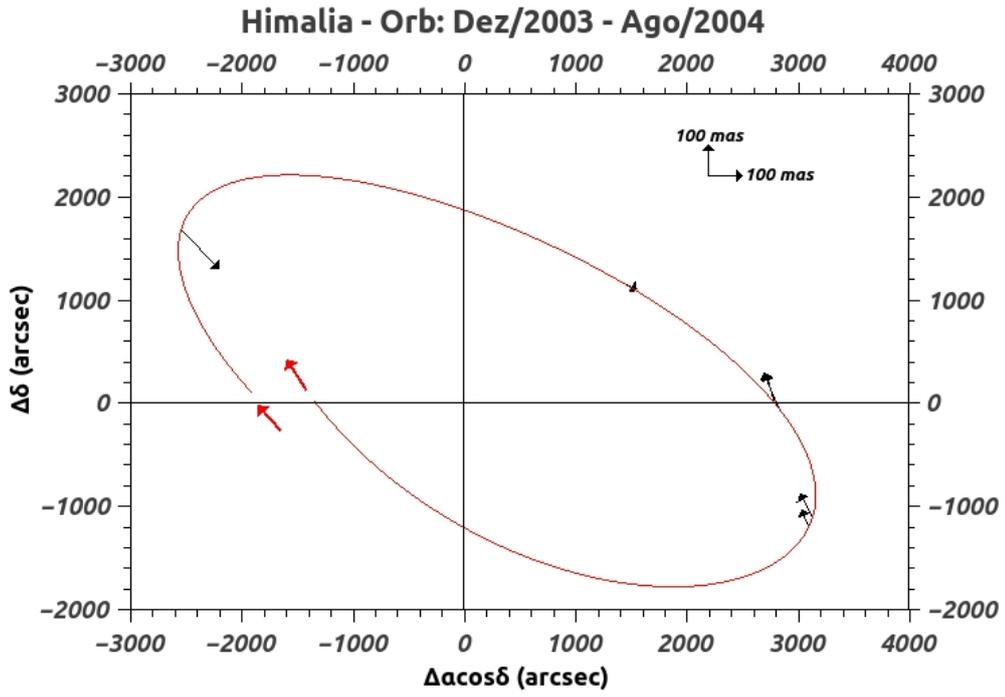
E.1.1 Grupo Irregular Prógrado Himalia

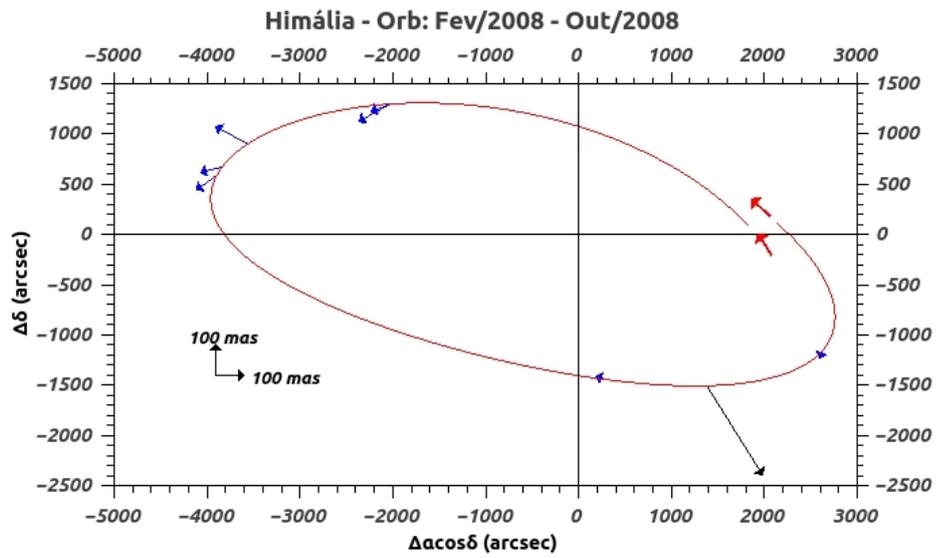
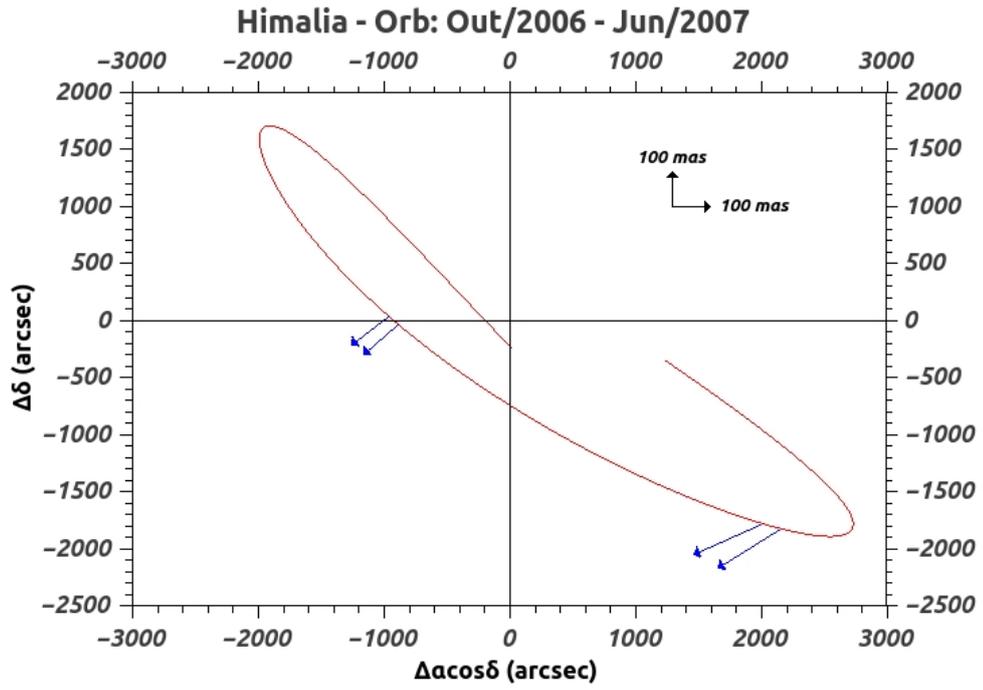












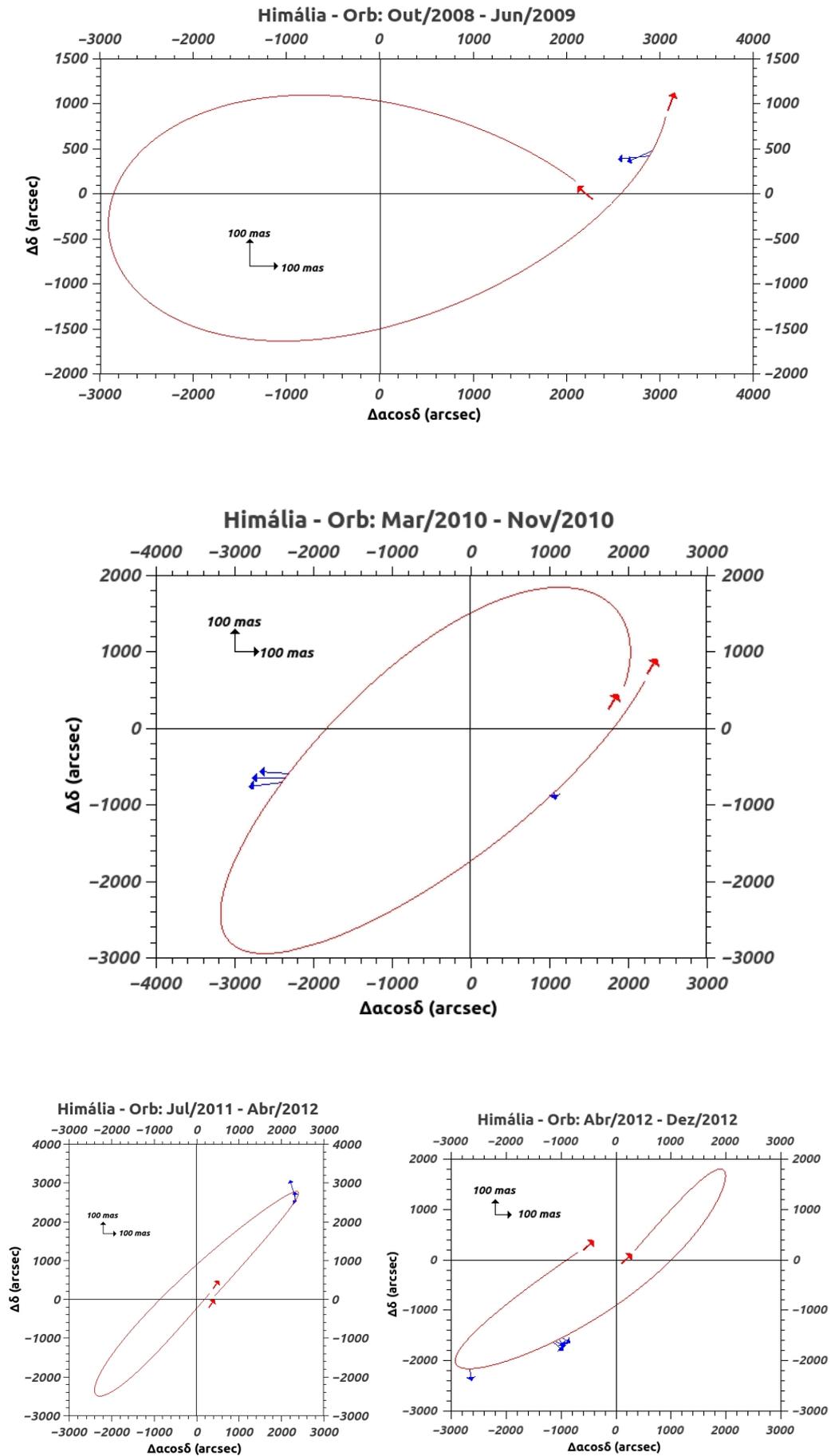
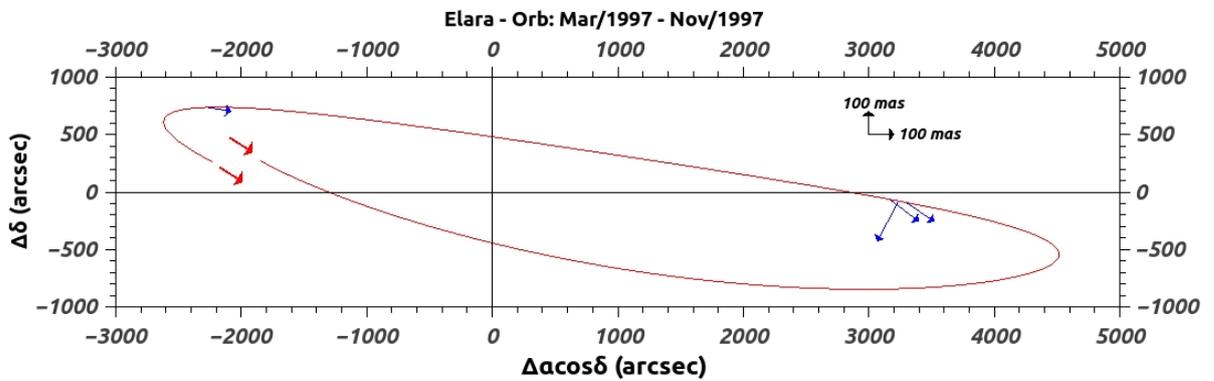
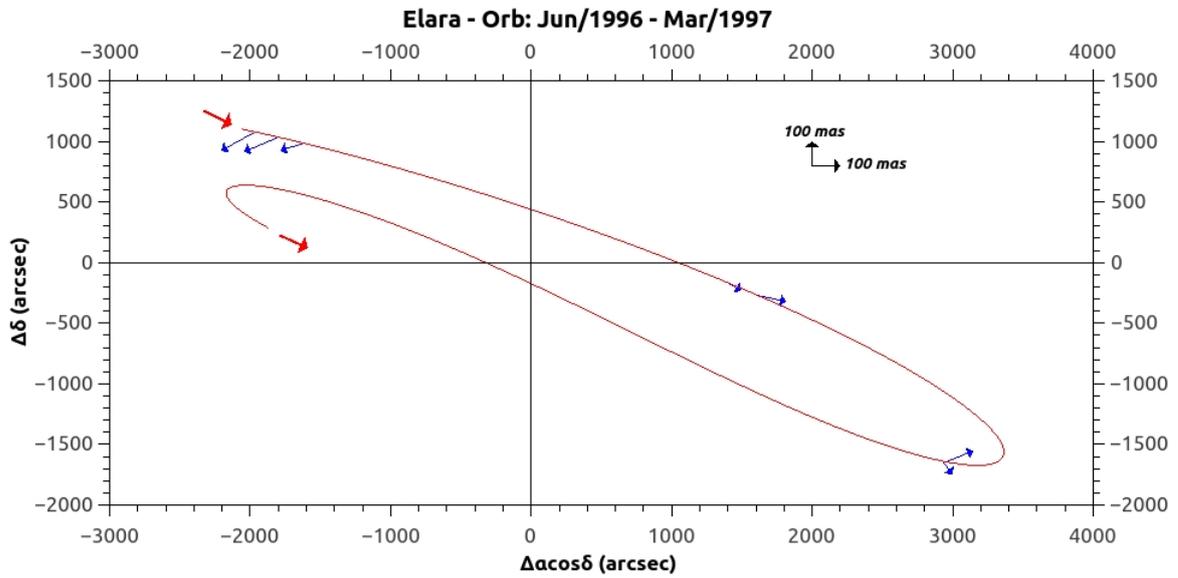
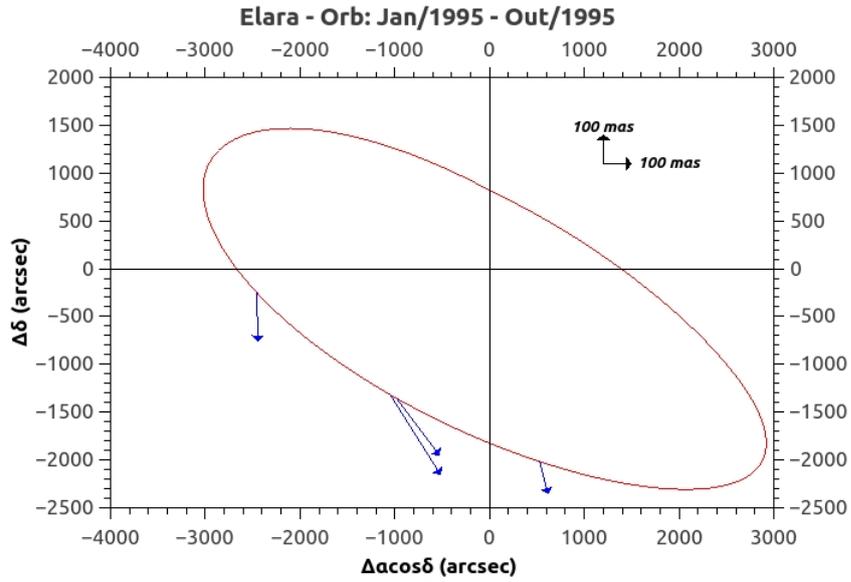
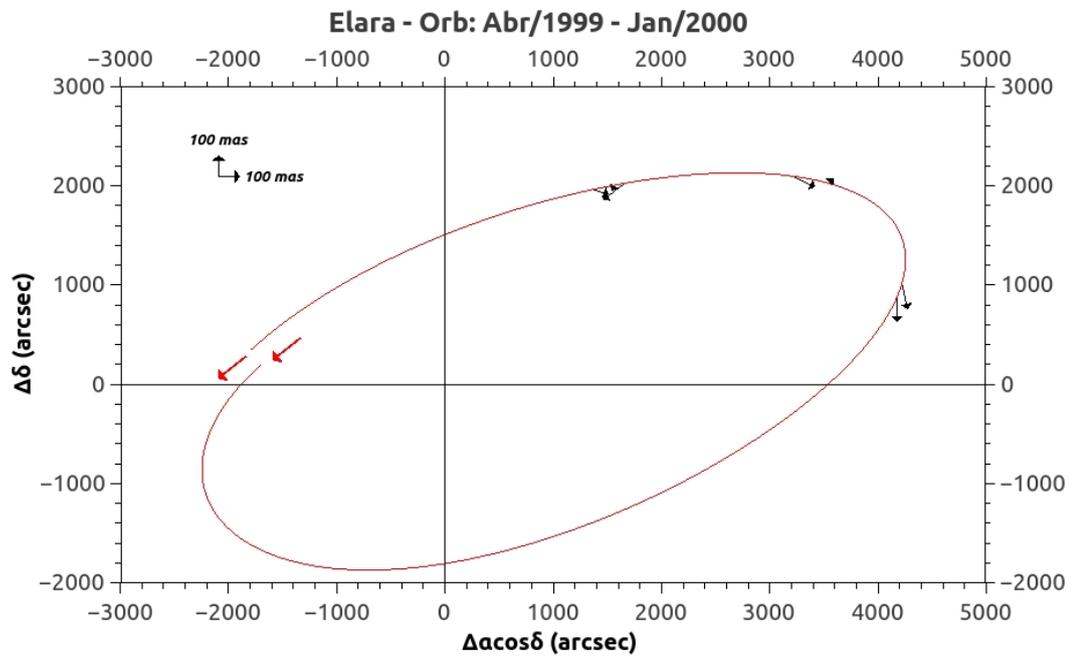
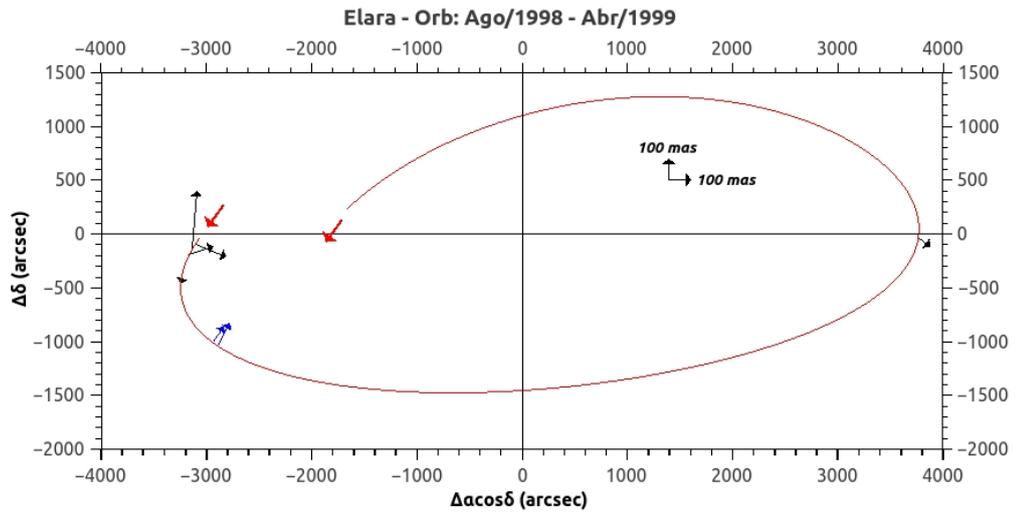
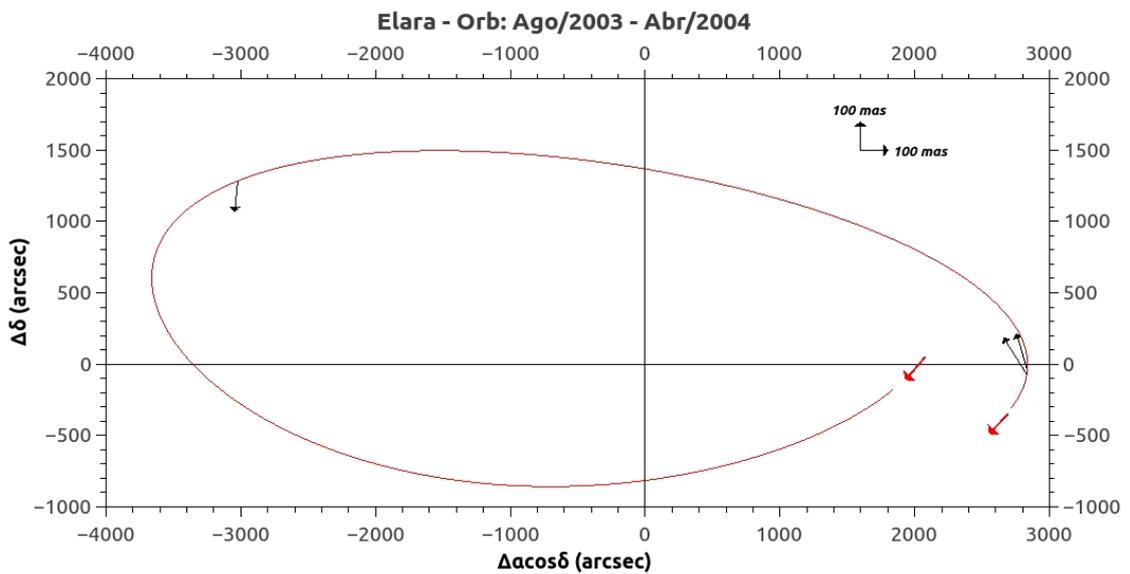
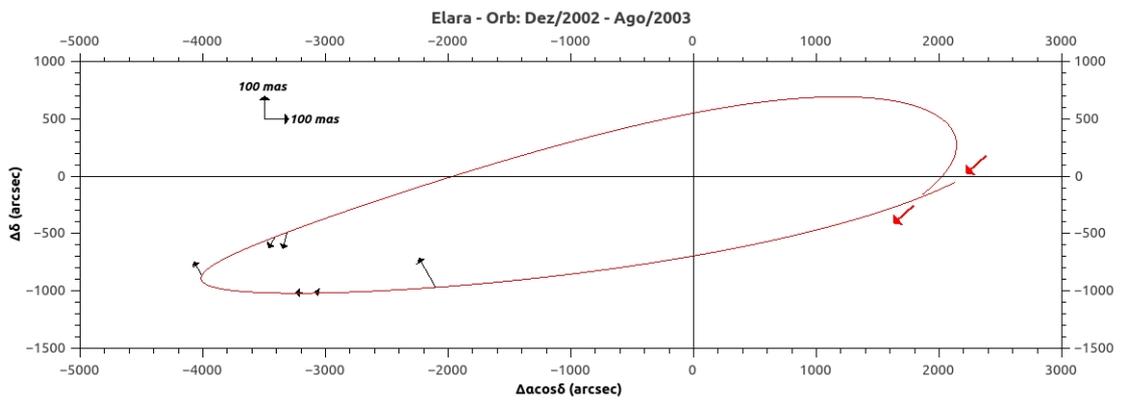
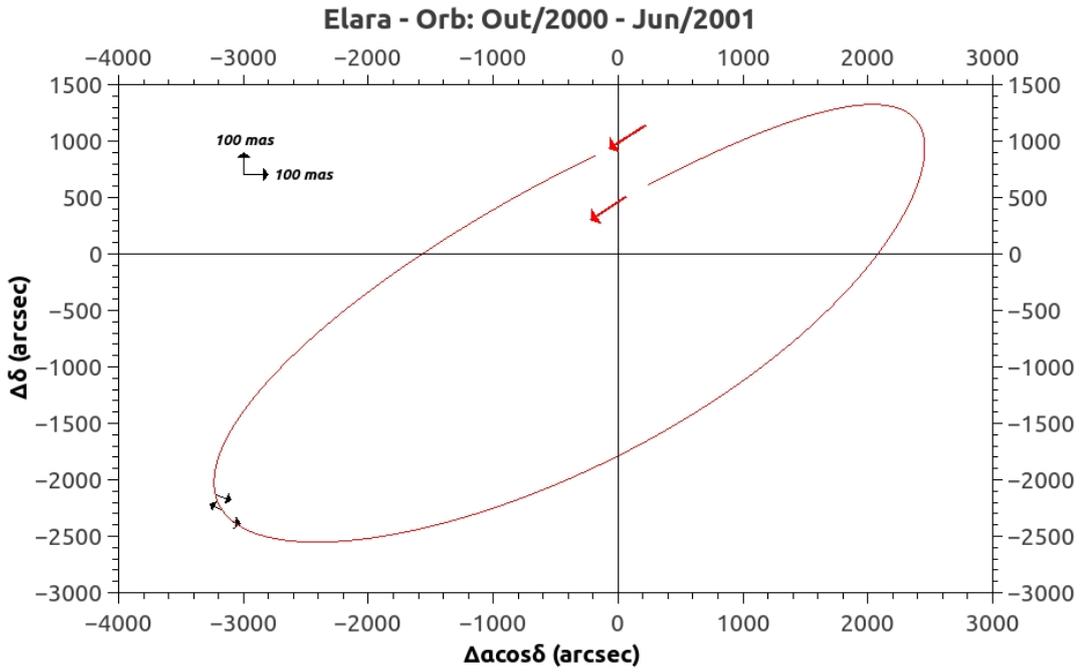
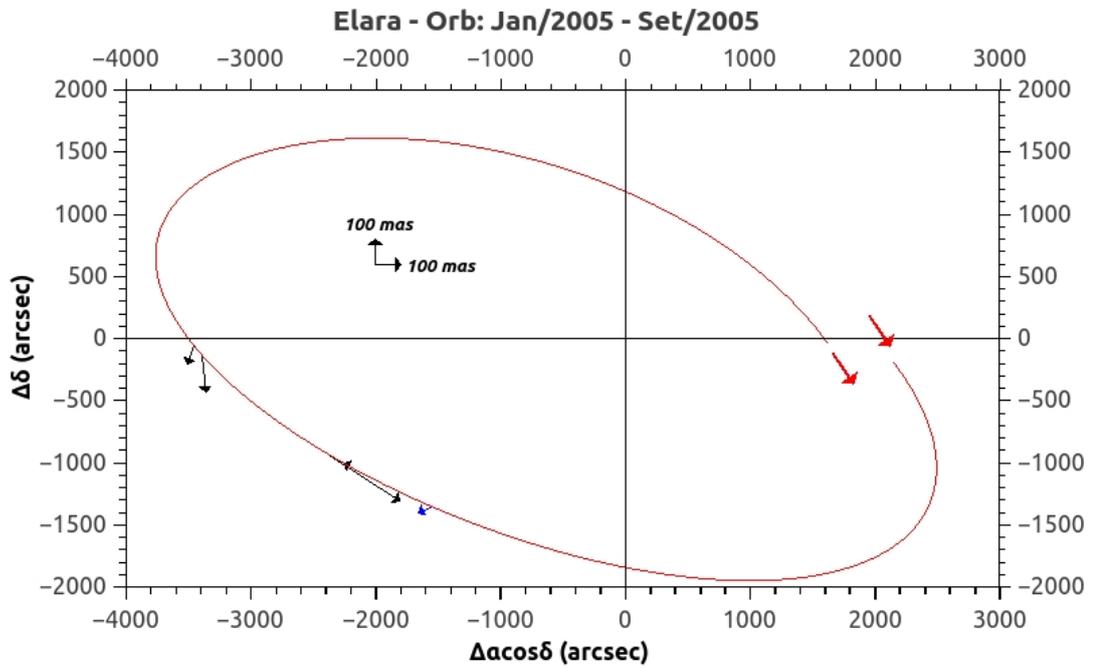
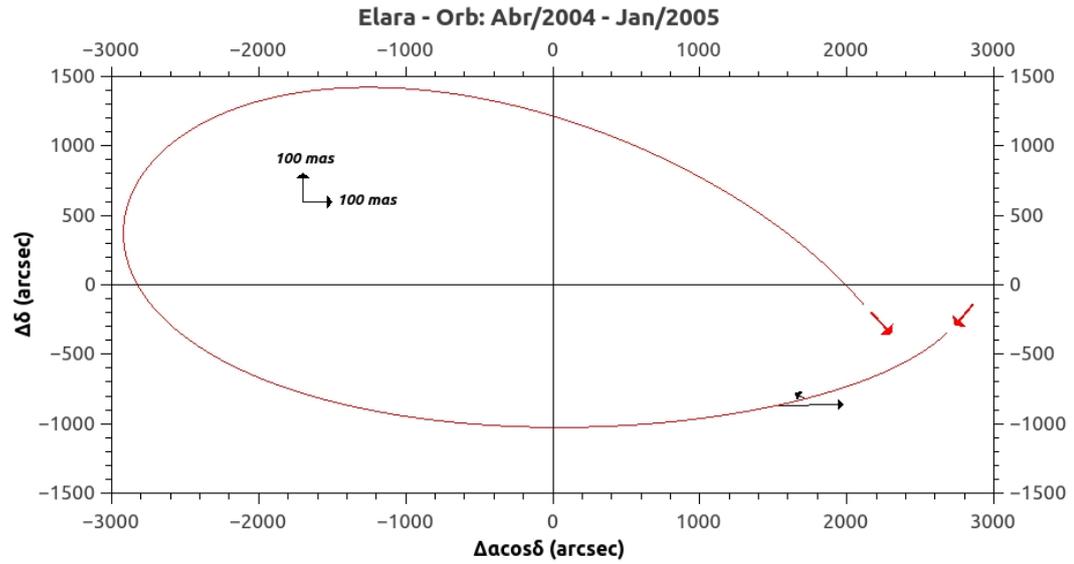


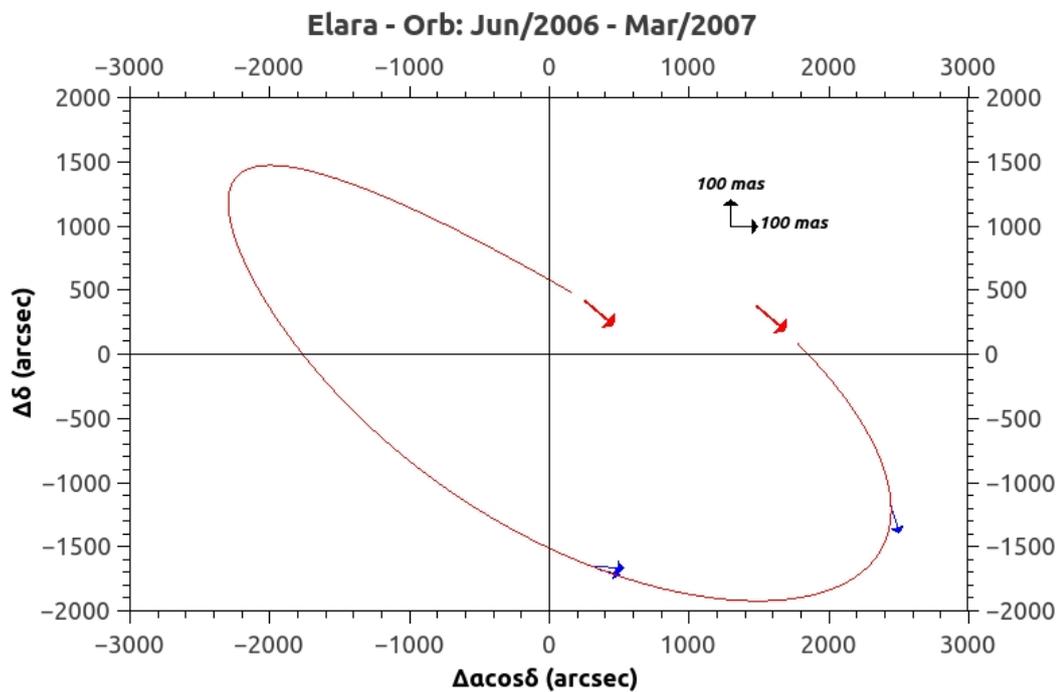
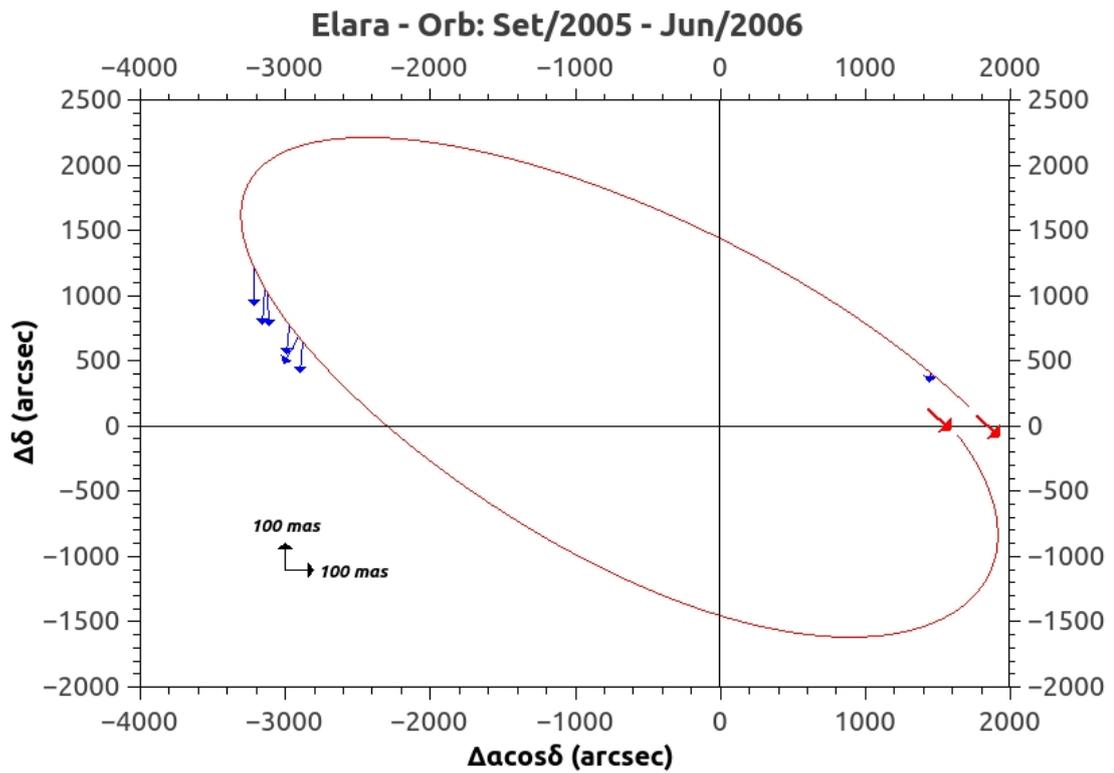
Figura E.1: Gráfico das órbitas de Himalia











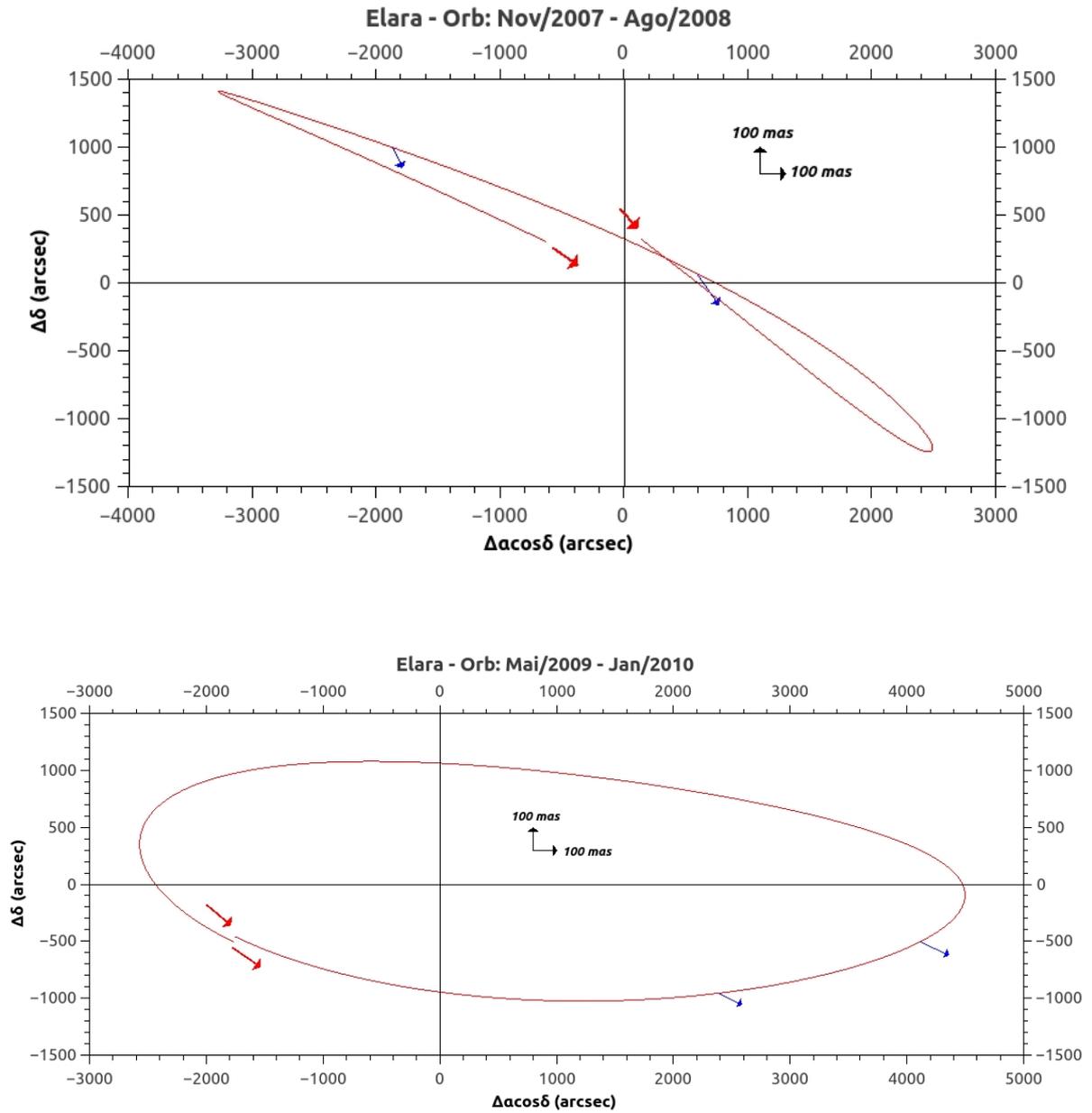


Figura E.2: Gráfico das órbitas de Elara

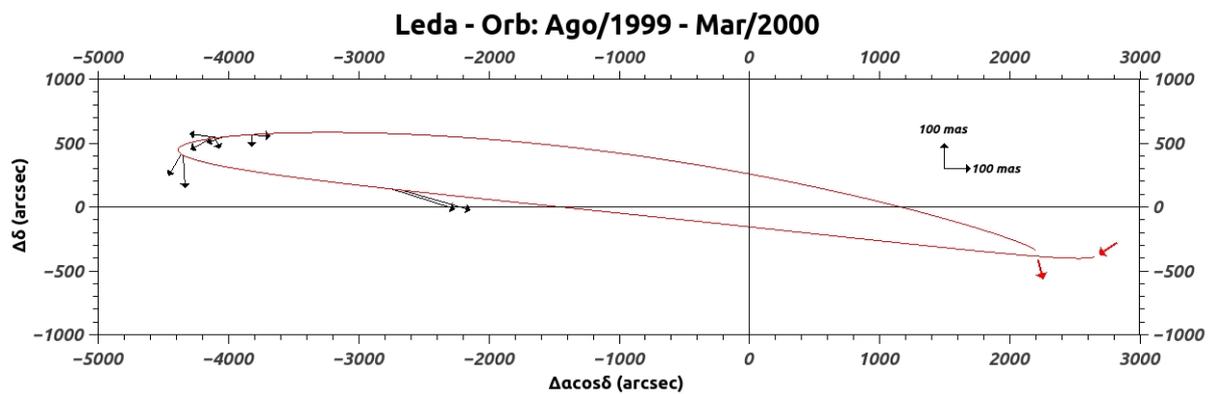
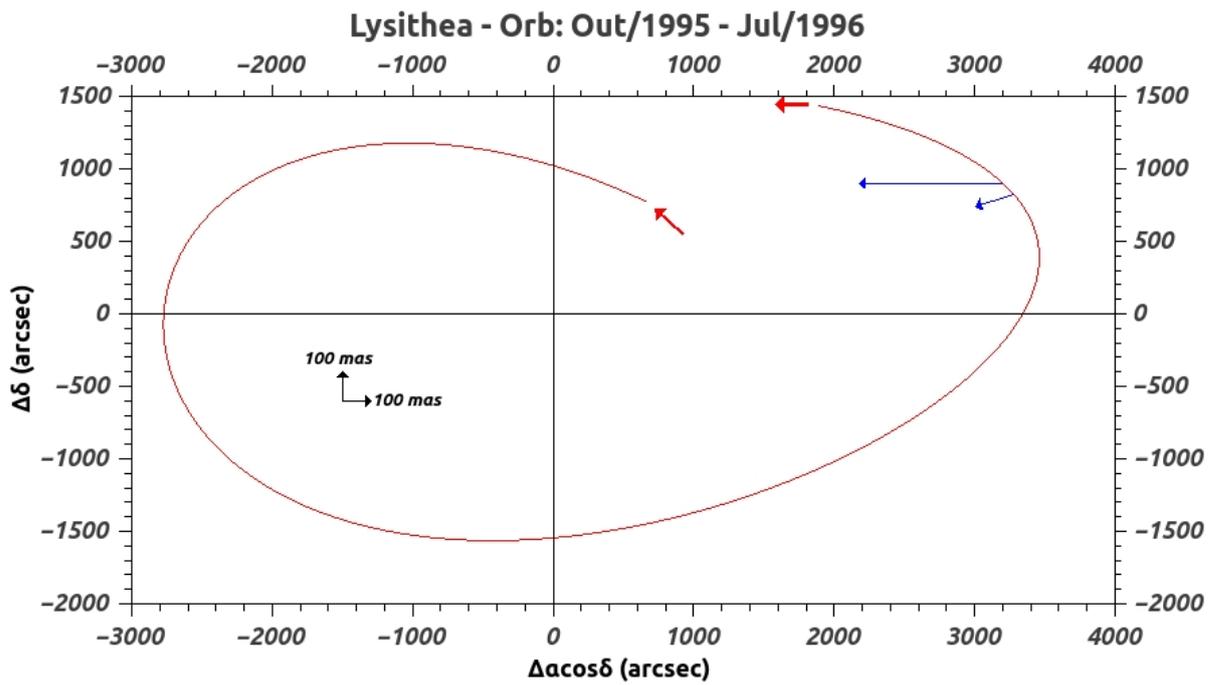
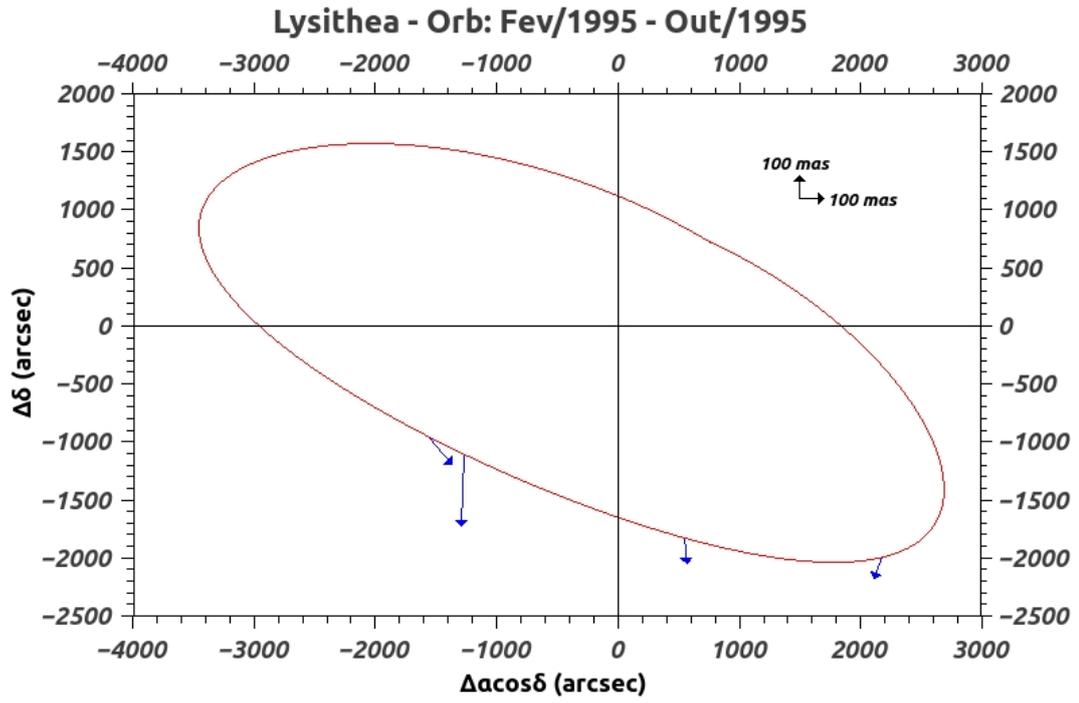
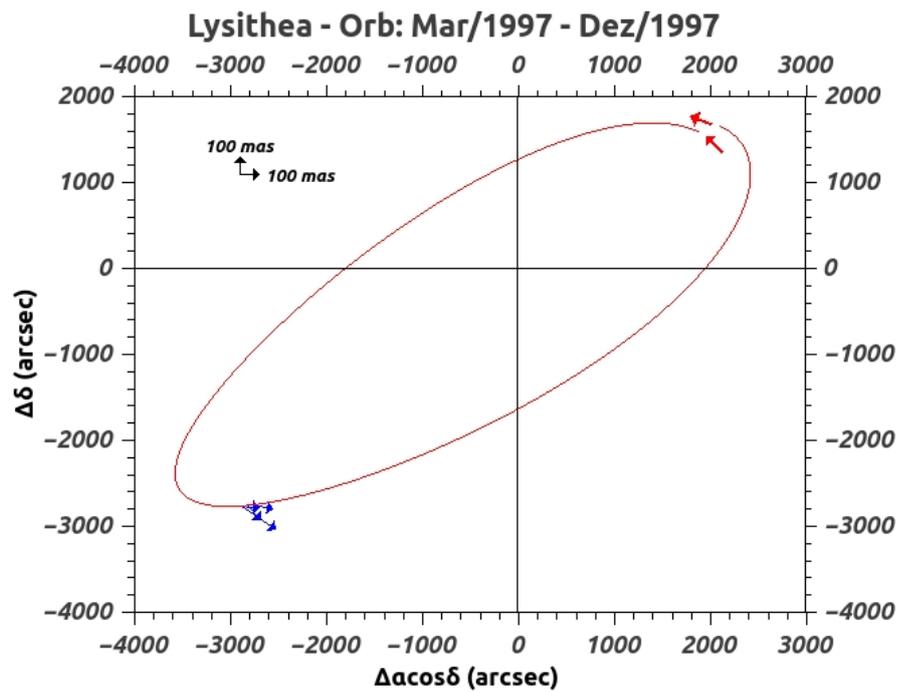
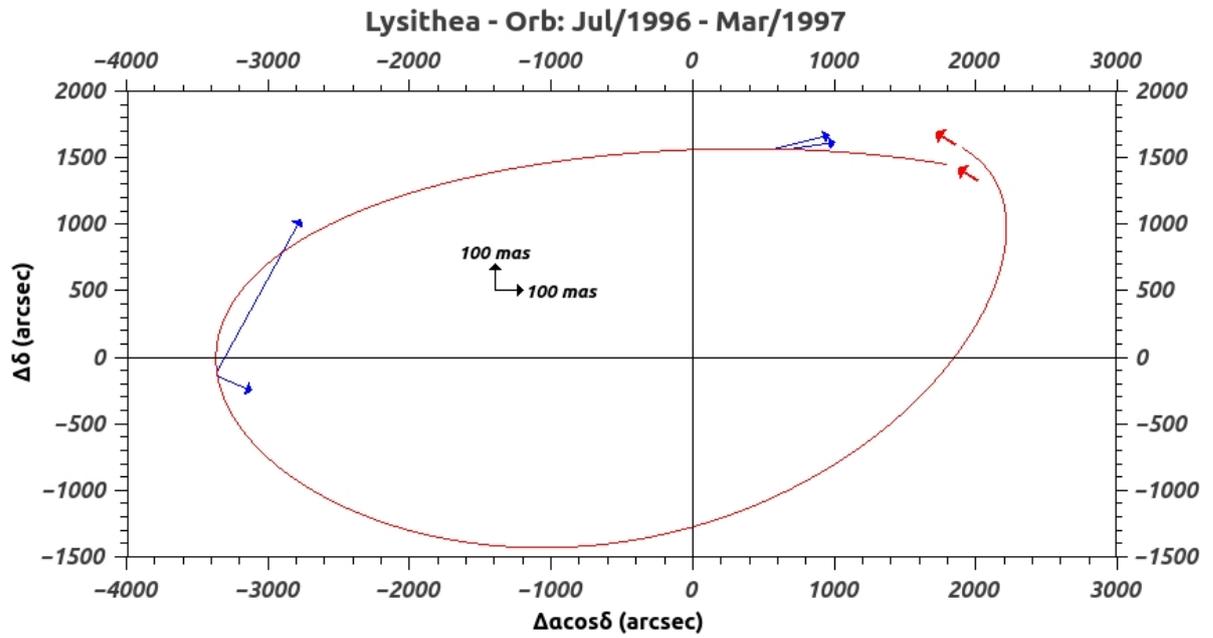
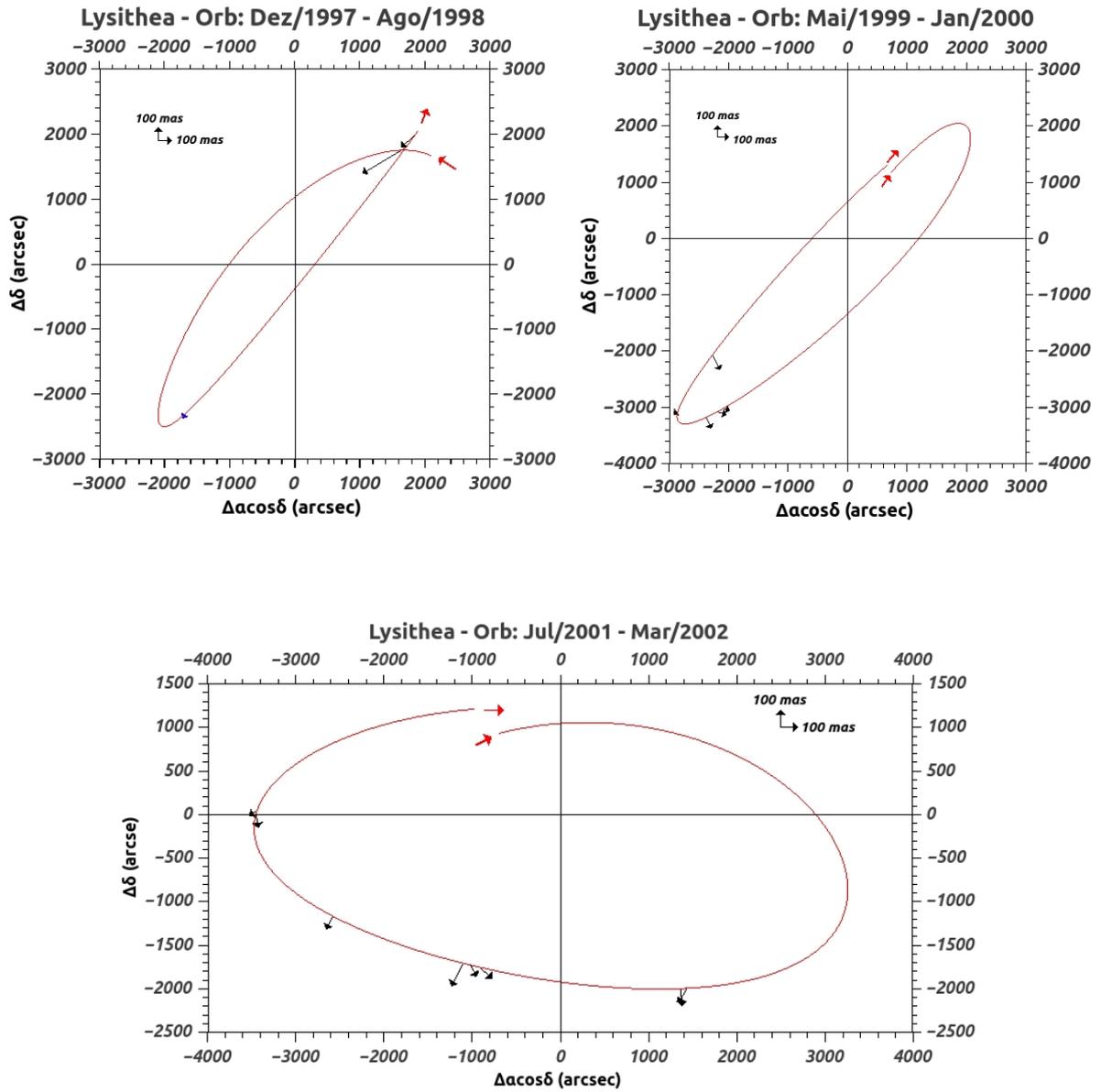


Figura E.3: Gráfico das órbitas de Leda







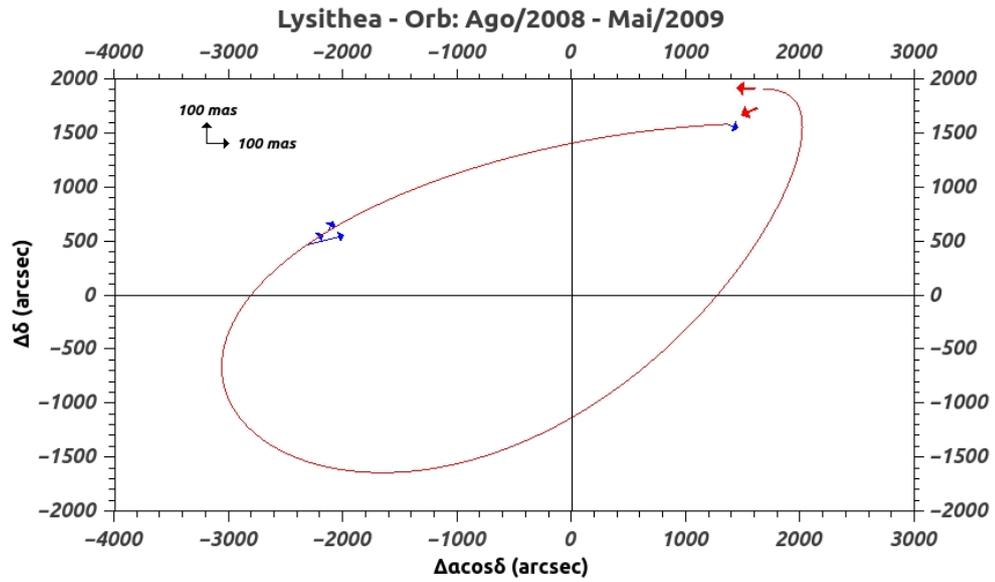
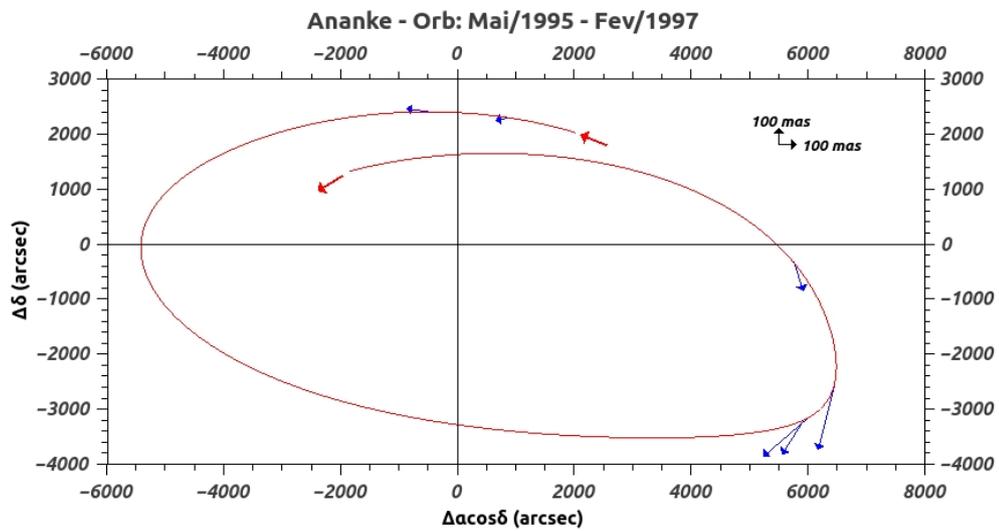
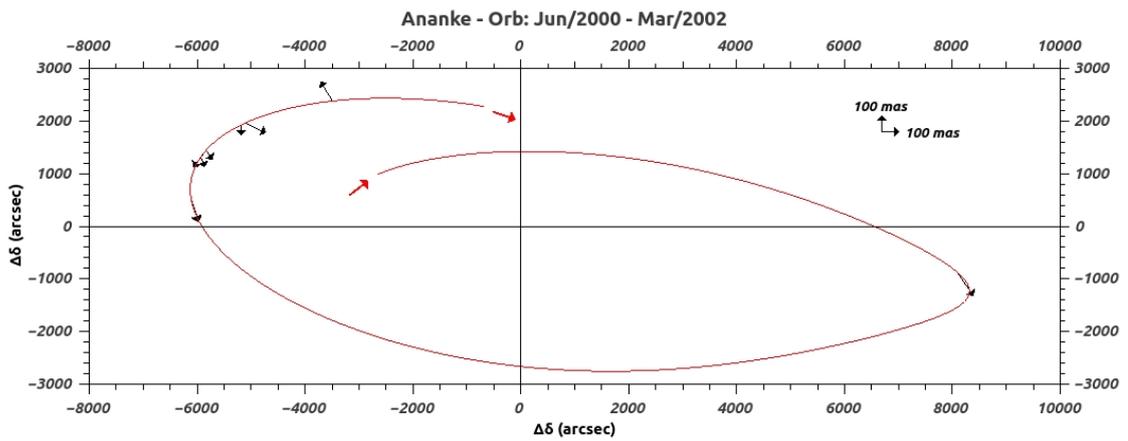
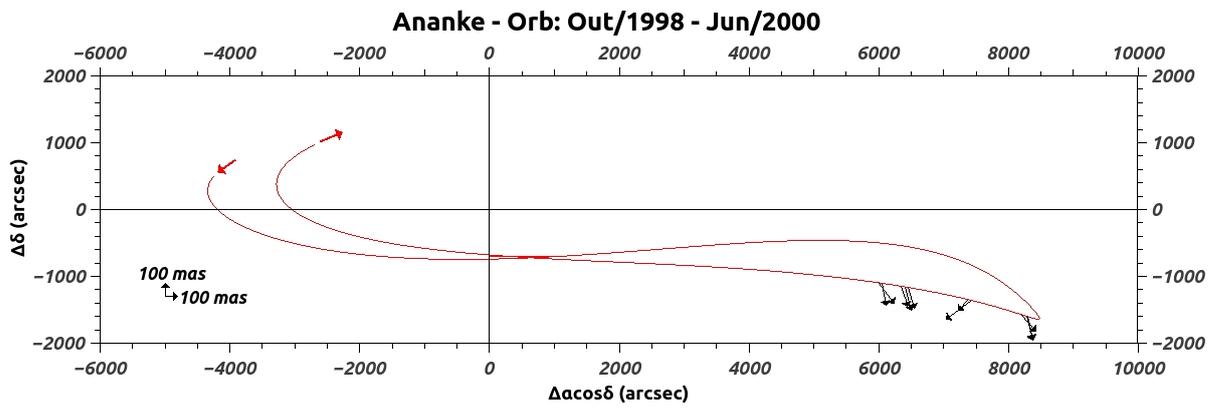
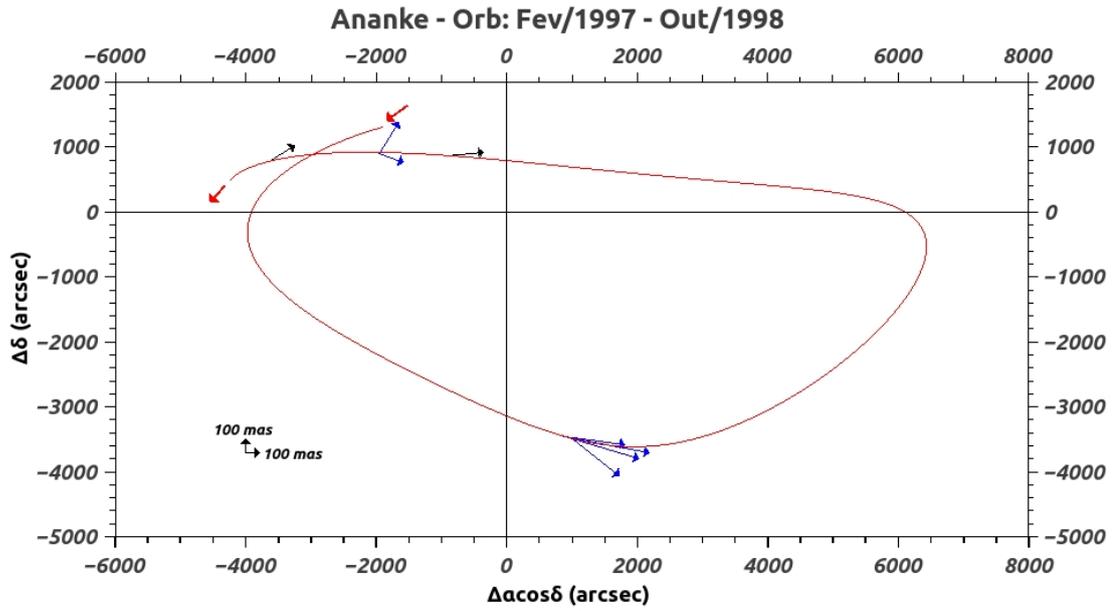
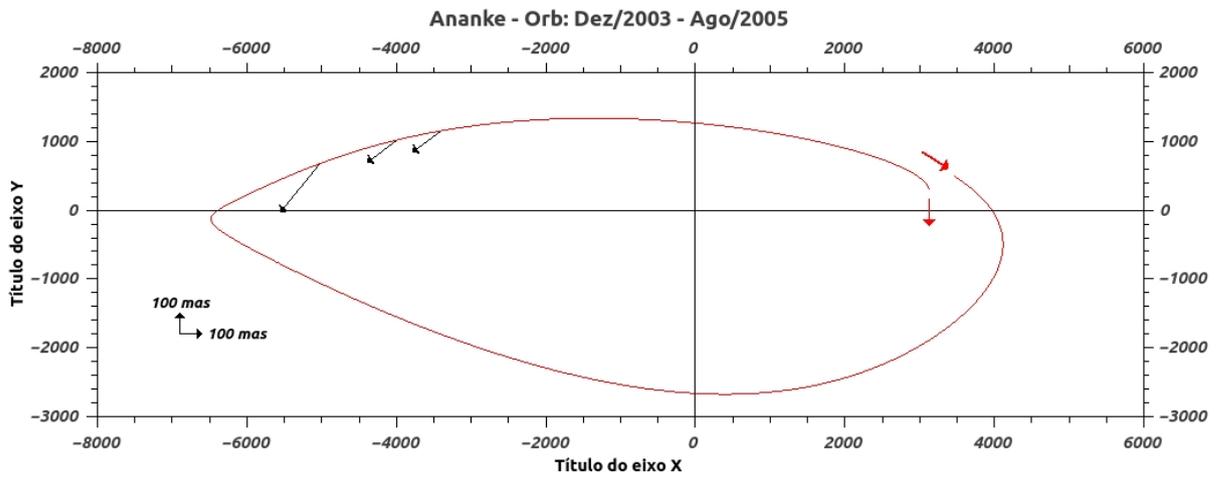
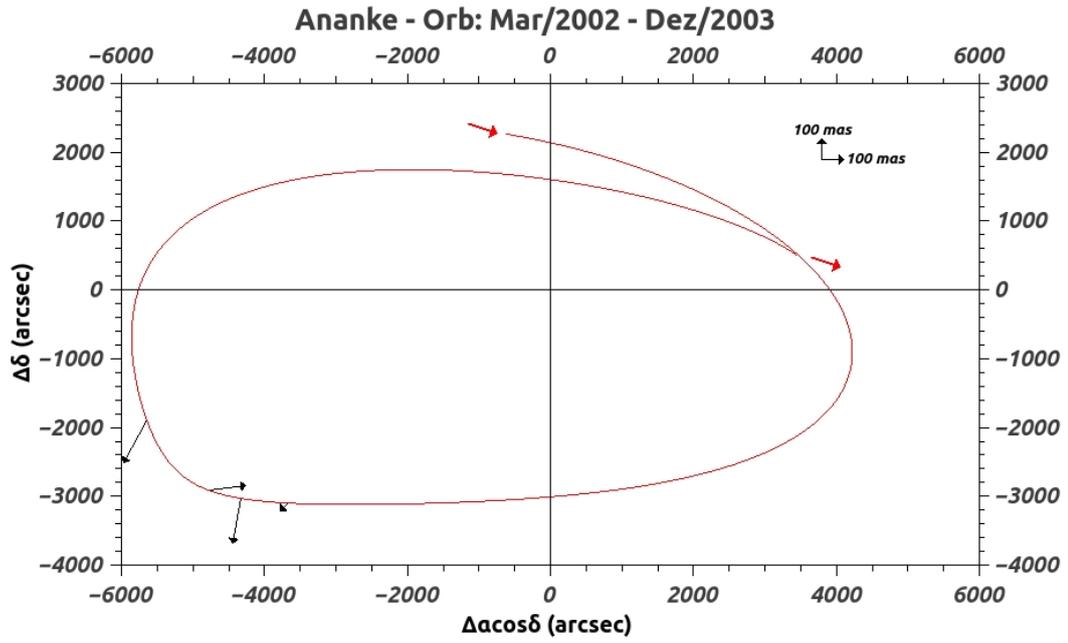


Figura E.4: Gráfico das órbitas de Lysithea

E.1.2 Grupo Irregular Retrógrado Ananke







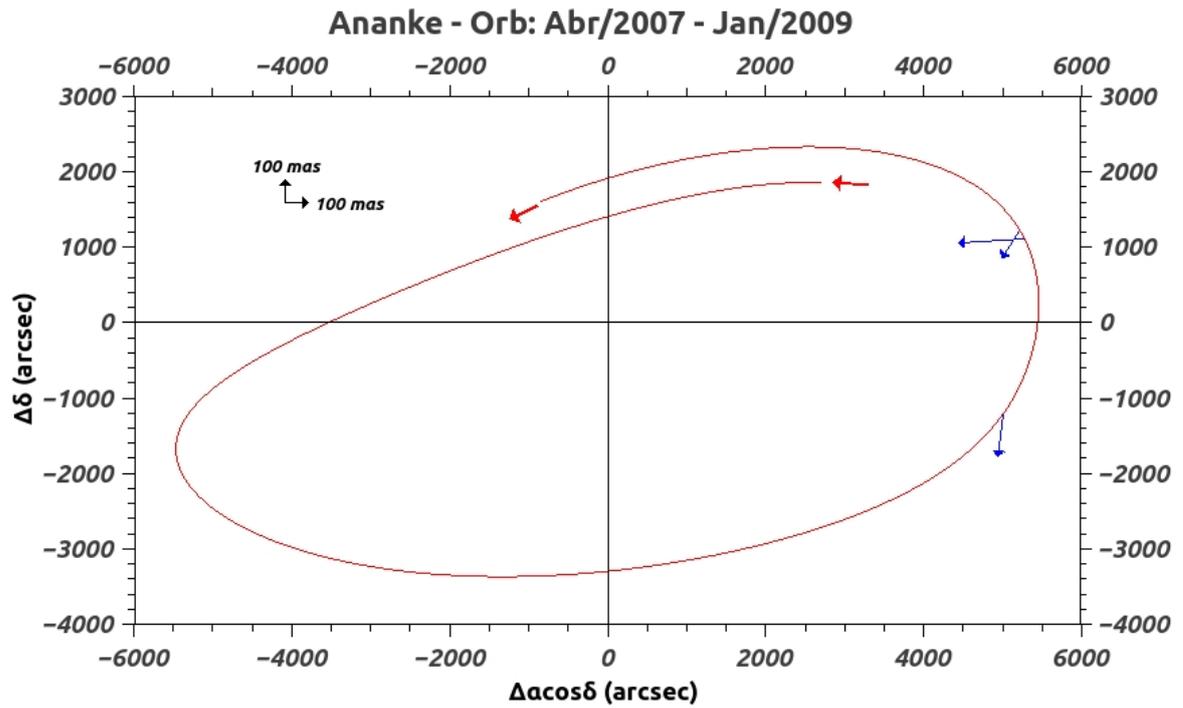
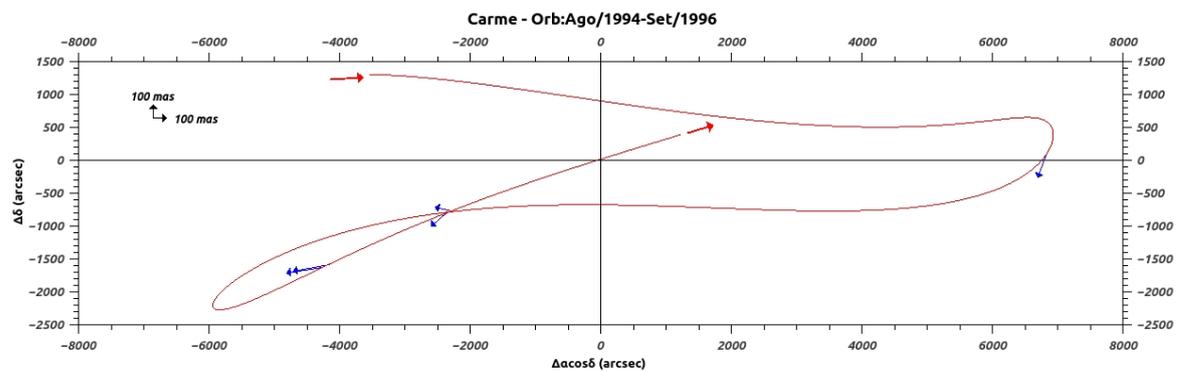
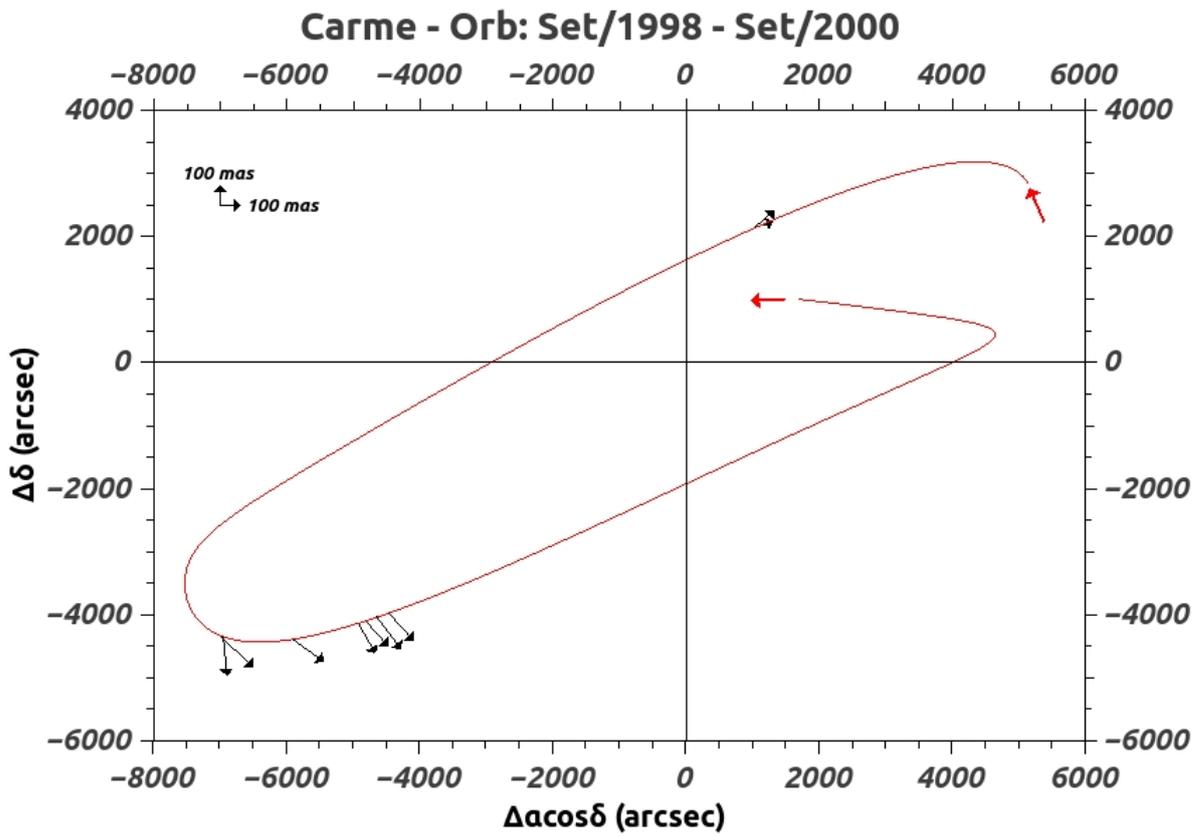
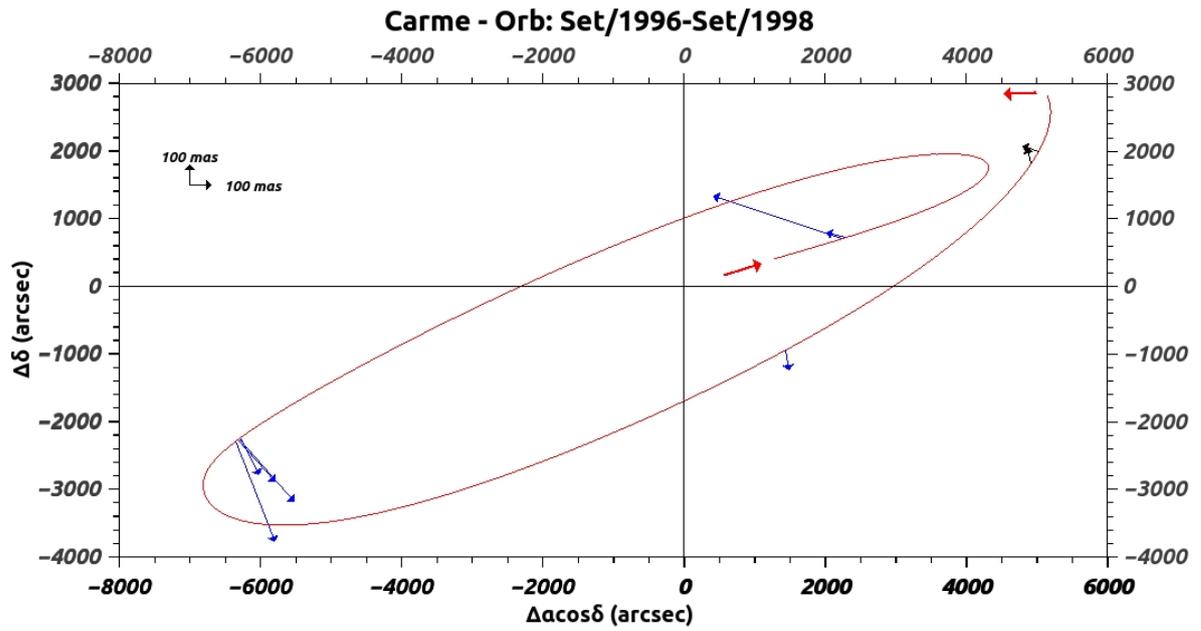
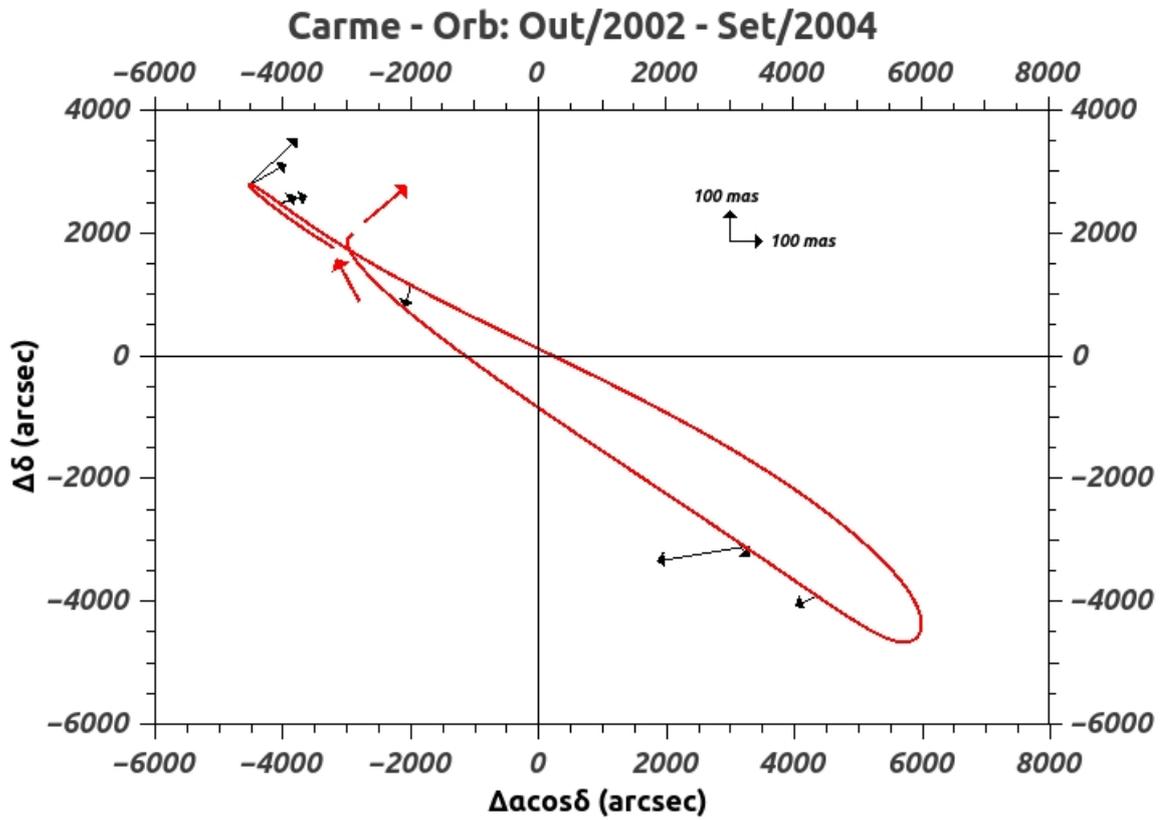
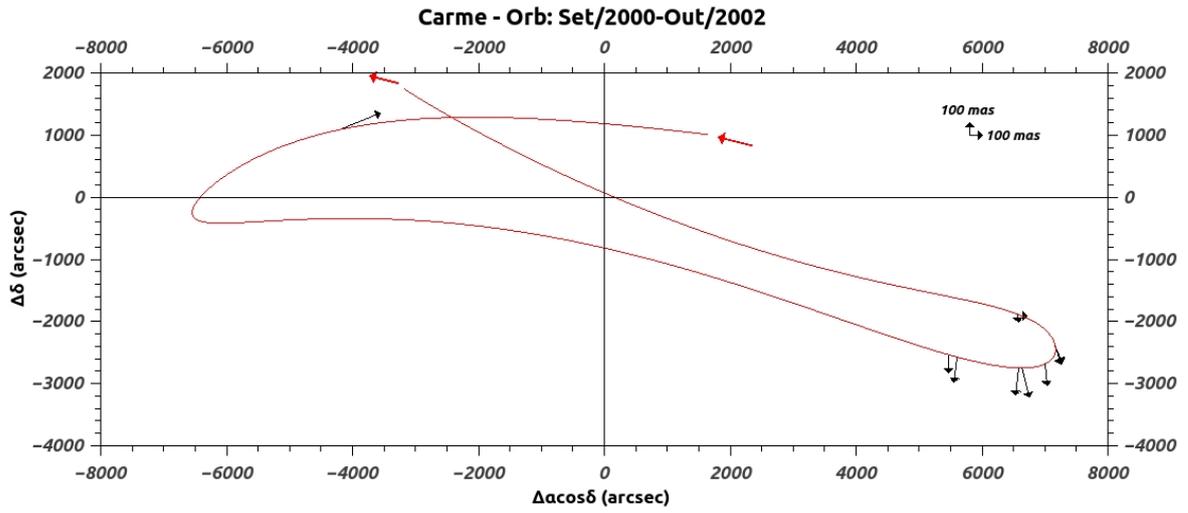


Figura E.5: Gráfico das órbitas de Ananke

E.1.3 Grupo Irregular Retrógado Carme







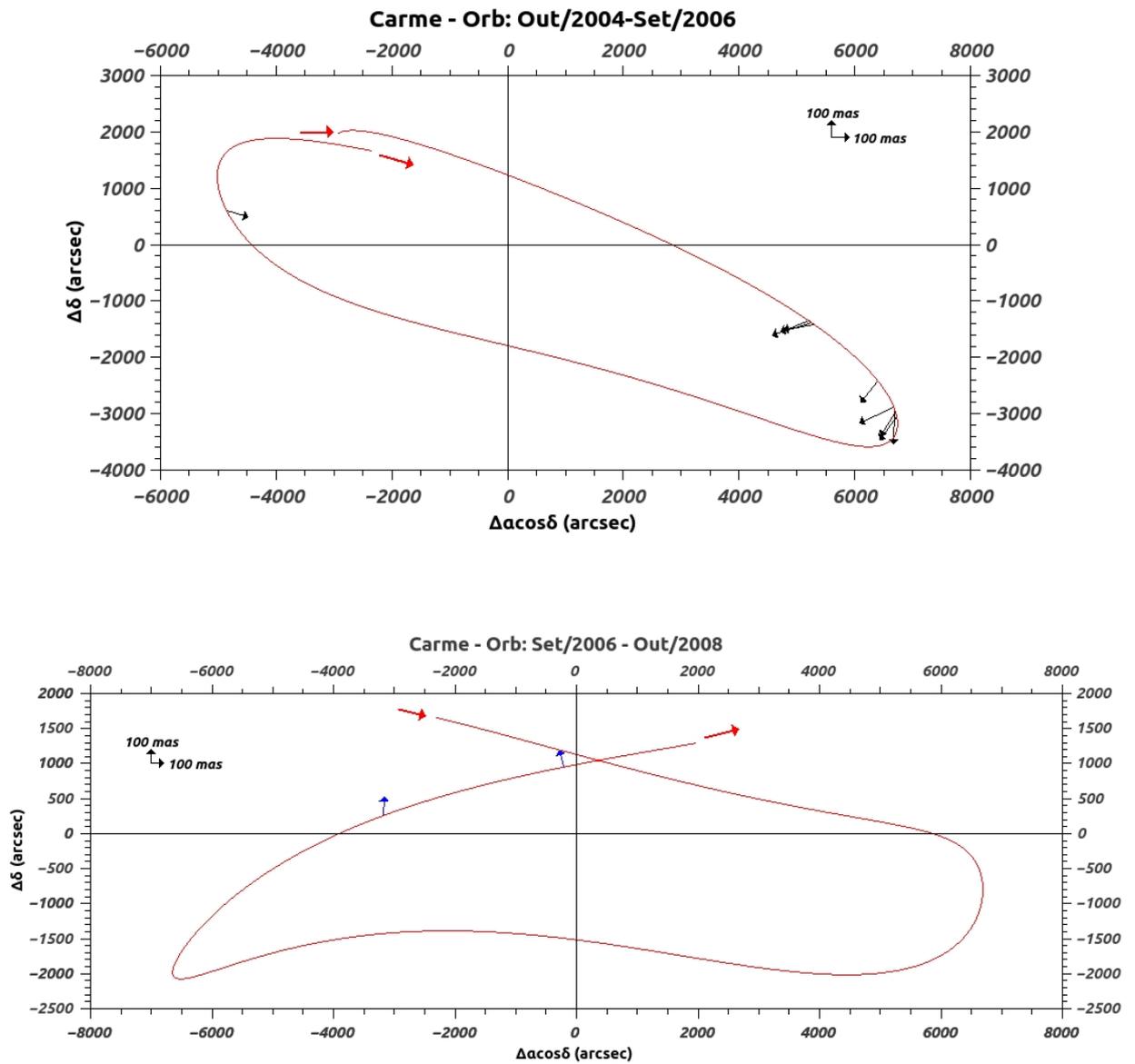
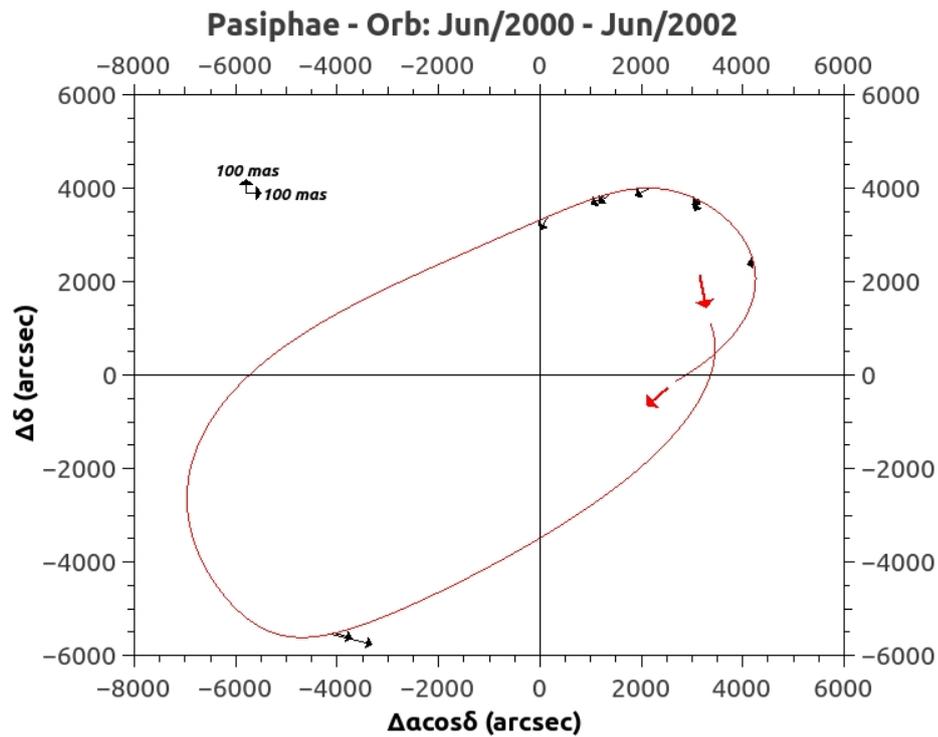
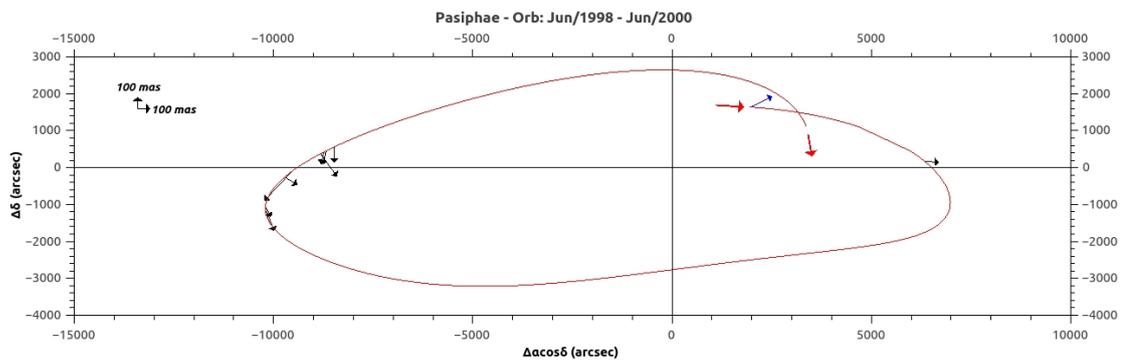
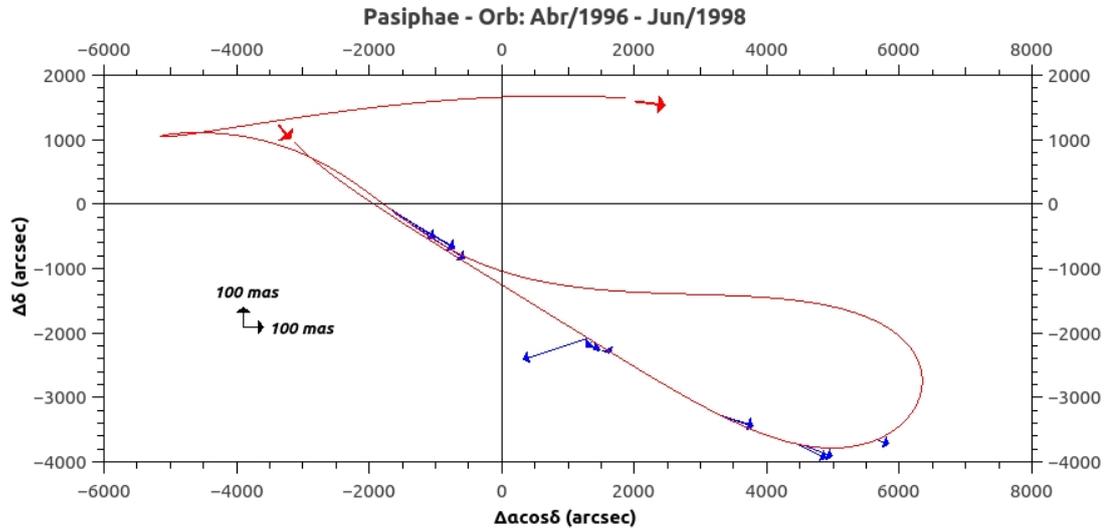
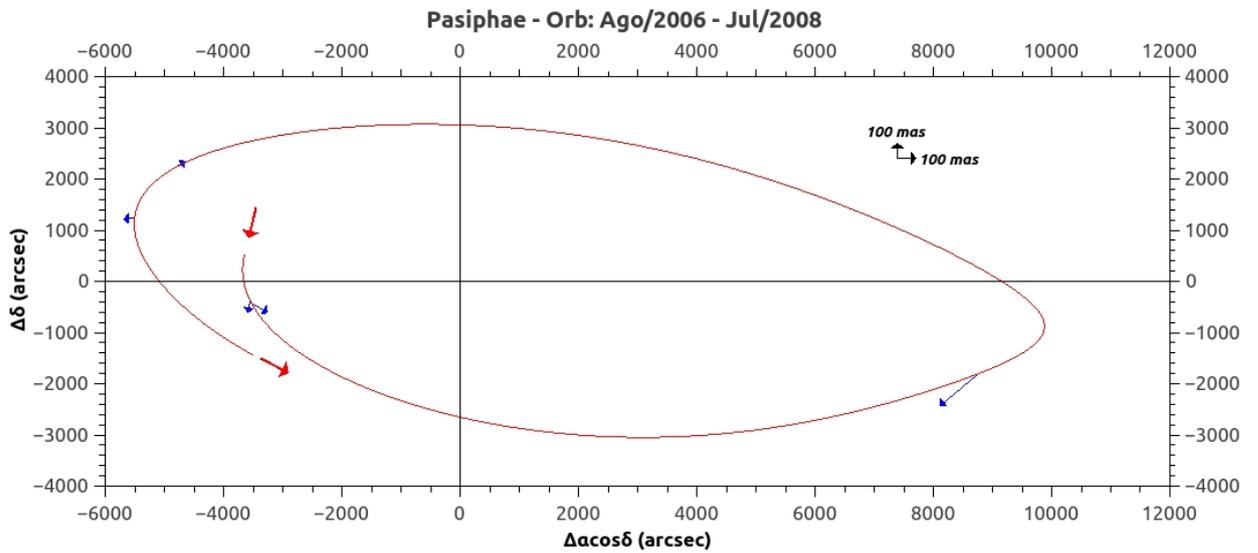
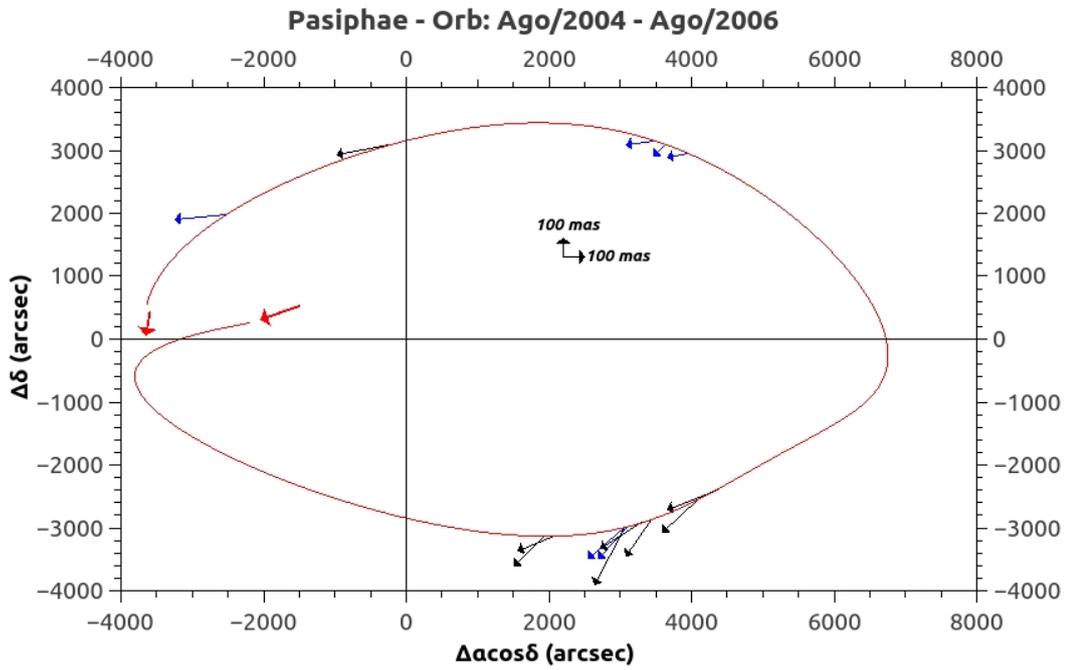
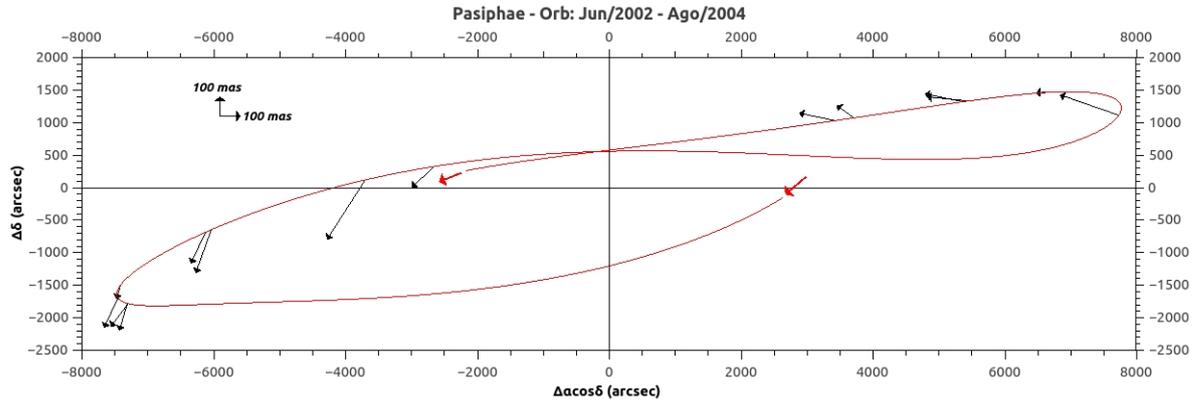


Figura E.6: Gráfico das órbitas de Carme

E.1.4 Grupo Irregular Retrógrado Pasiphae





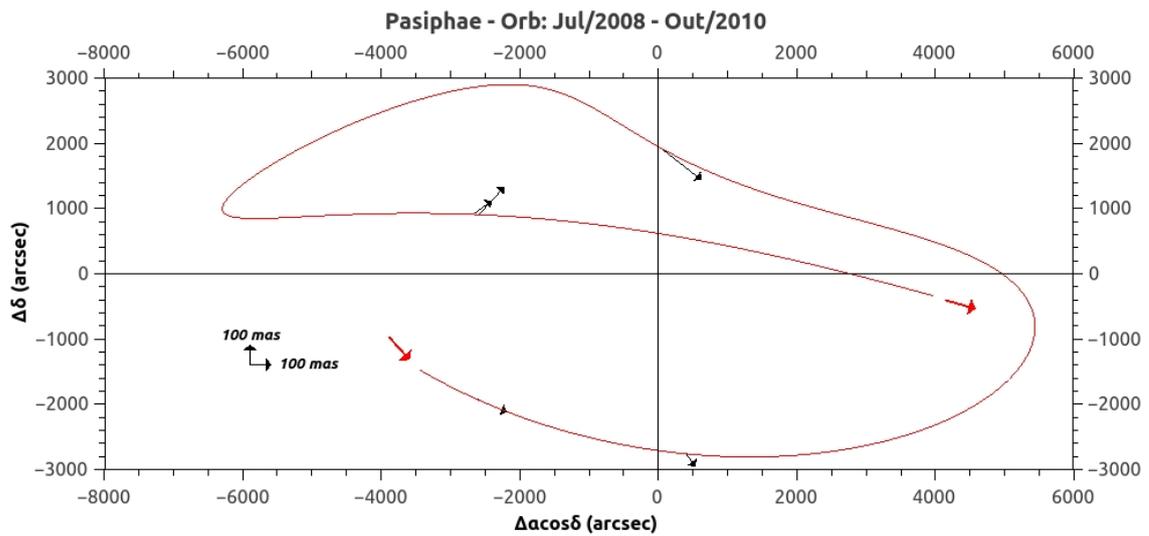
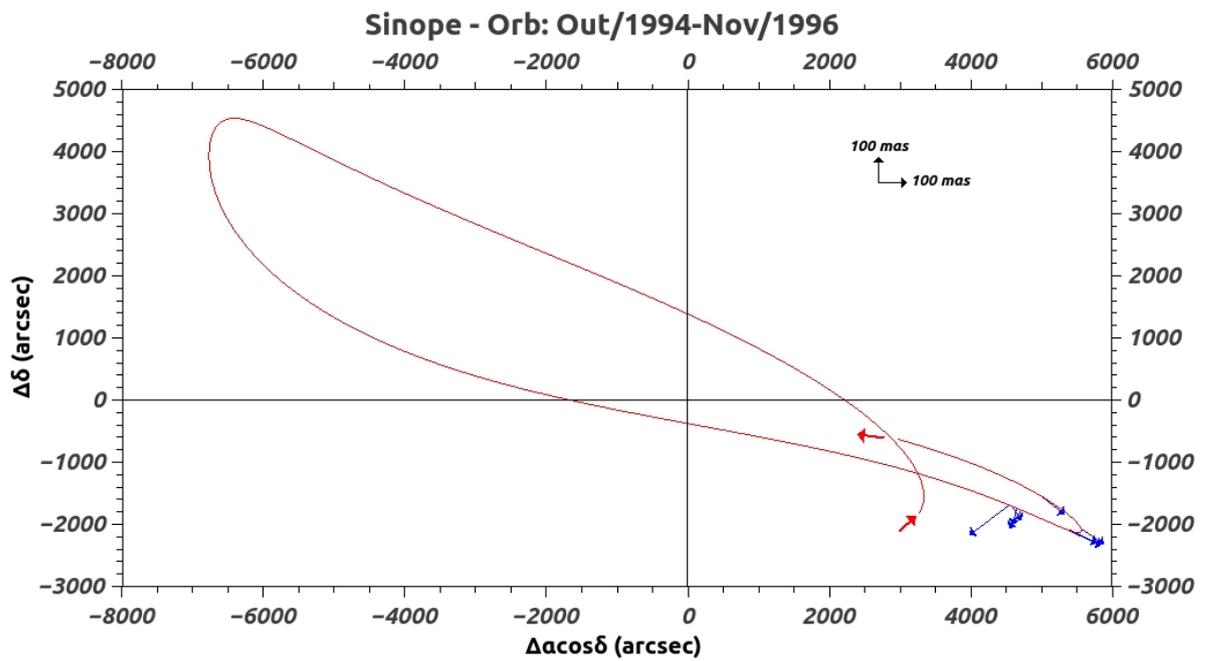
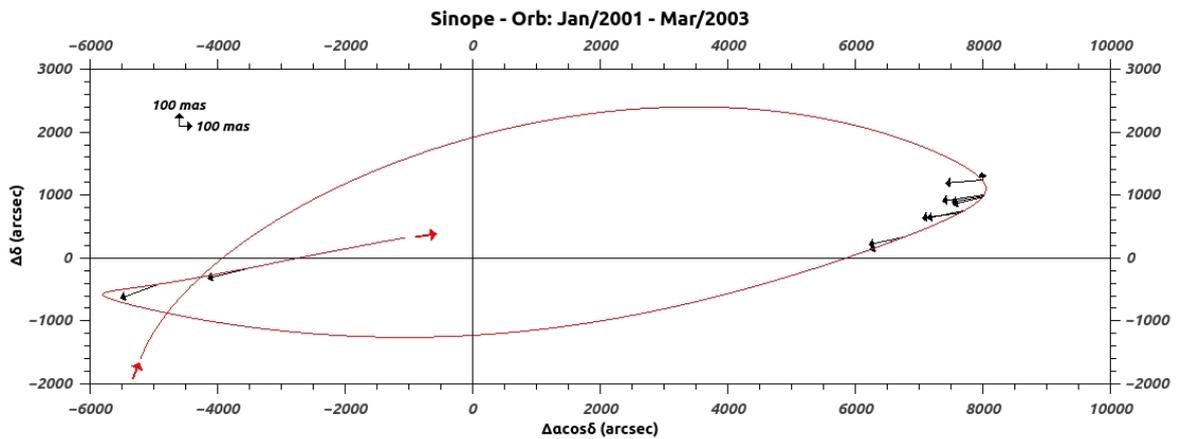
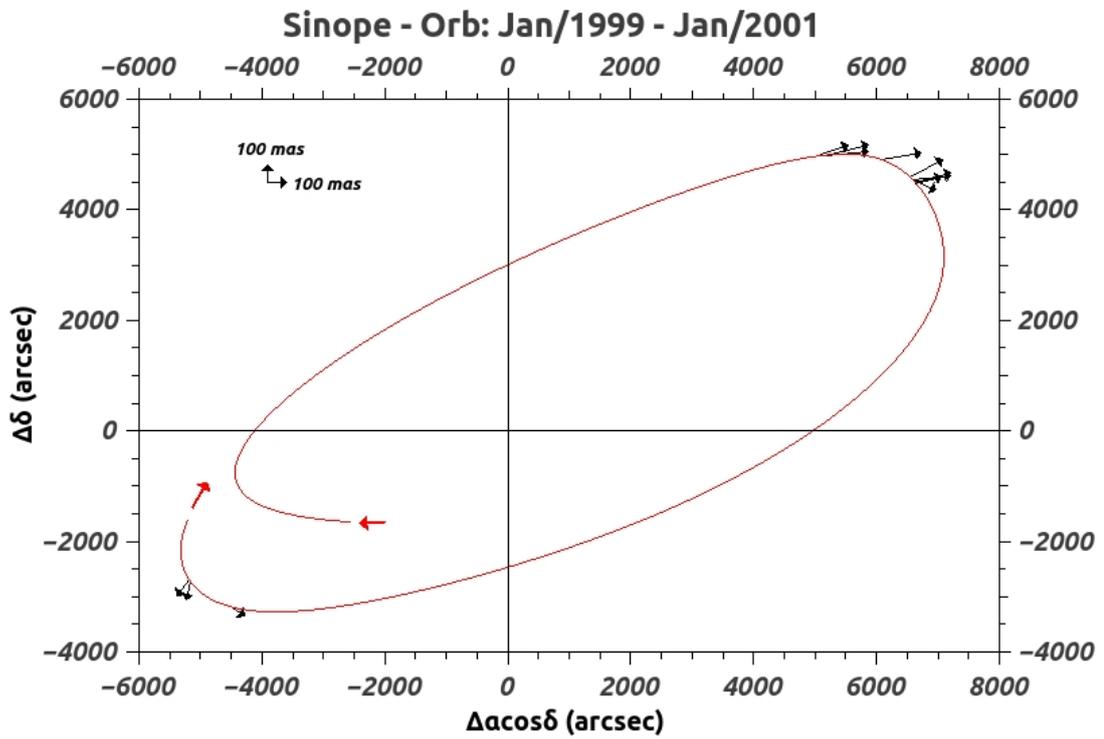
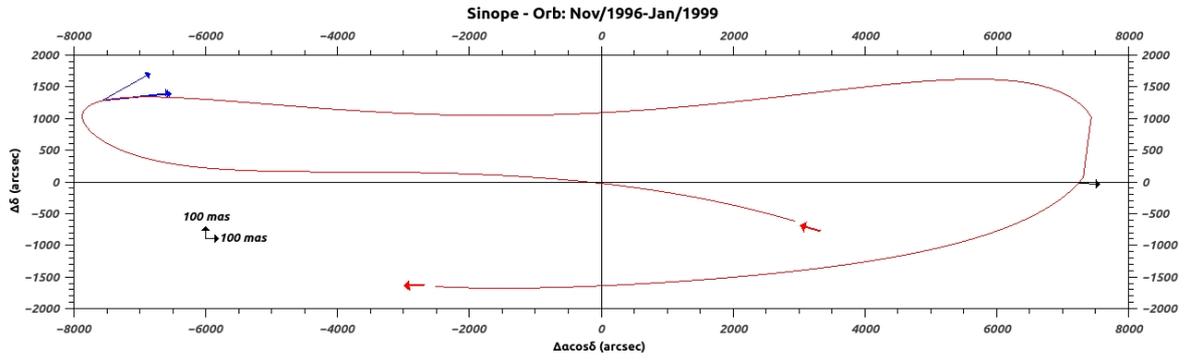


Figura E.7: Gráfico das órbitas de Pasiphae

E.1.5 Grupo Irregular Retrógado Sinope





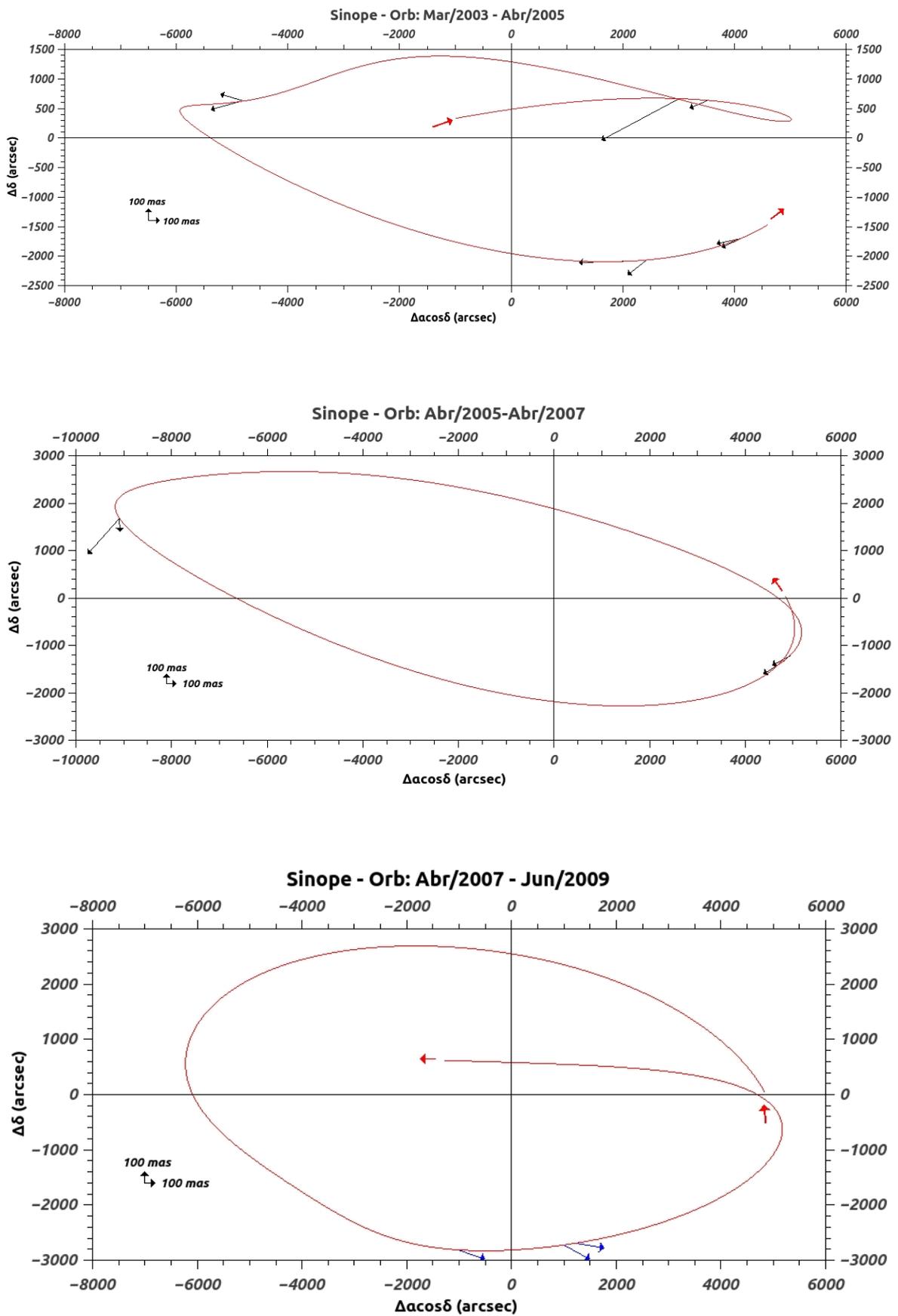
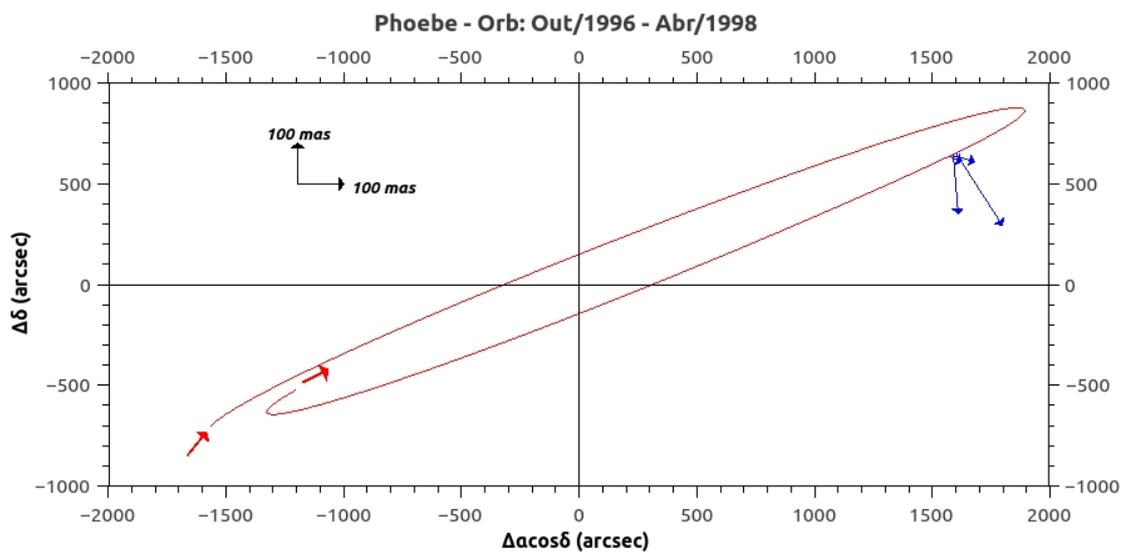
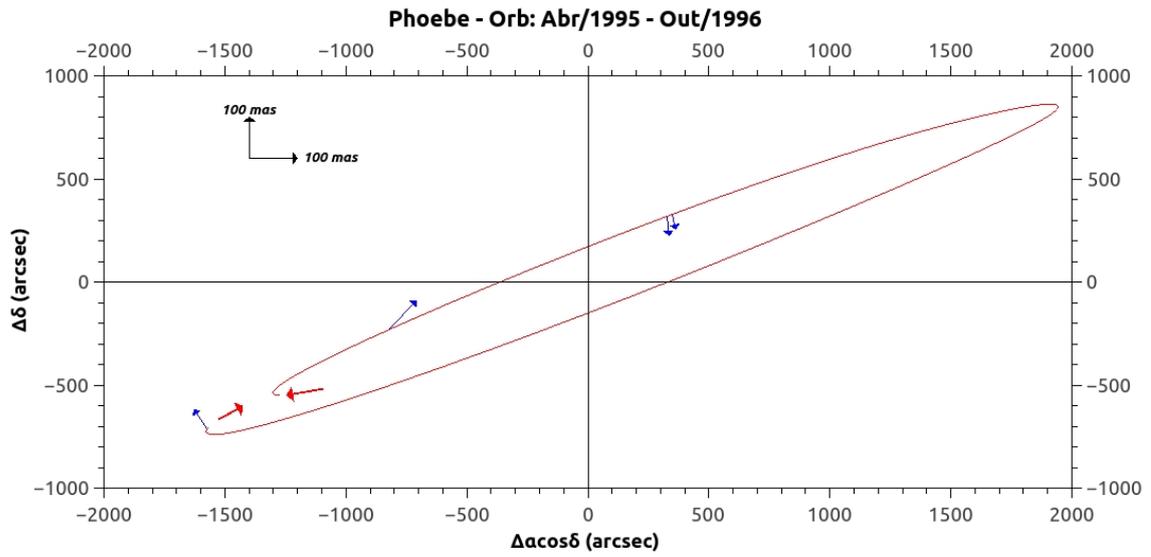
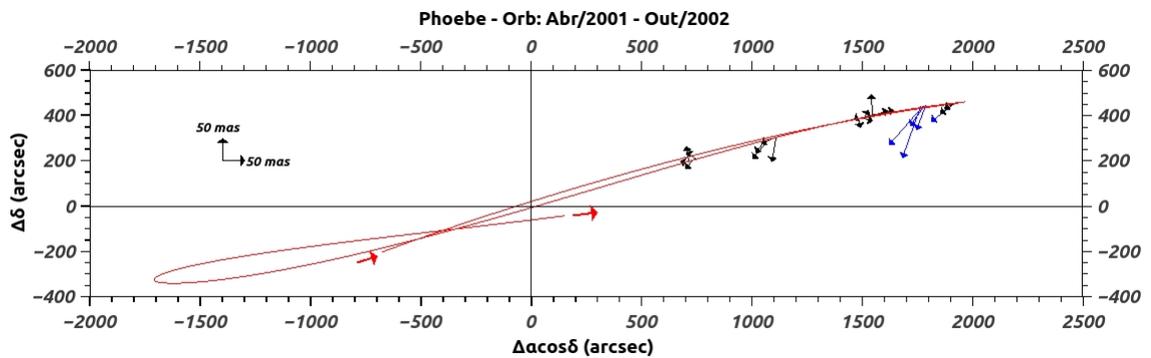
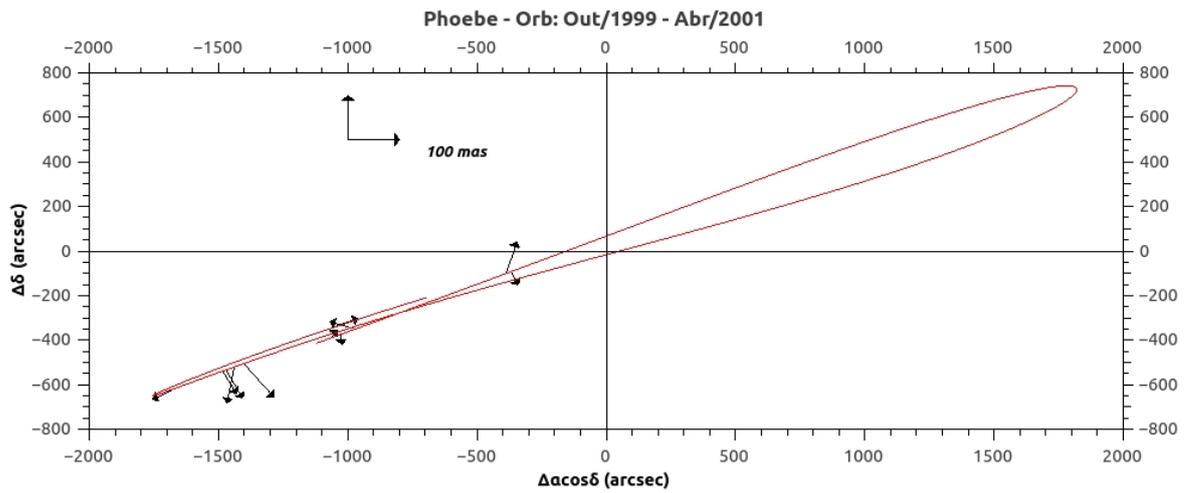
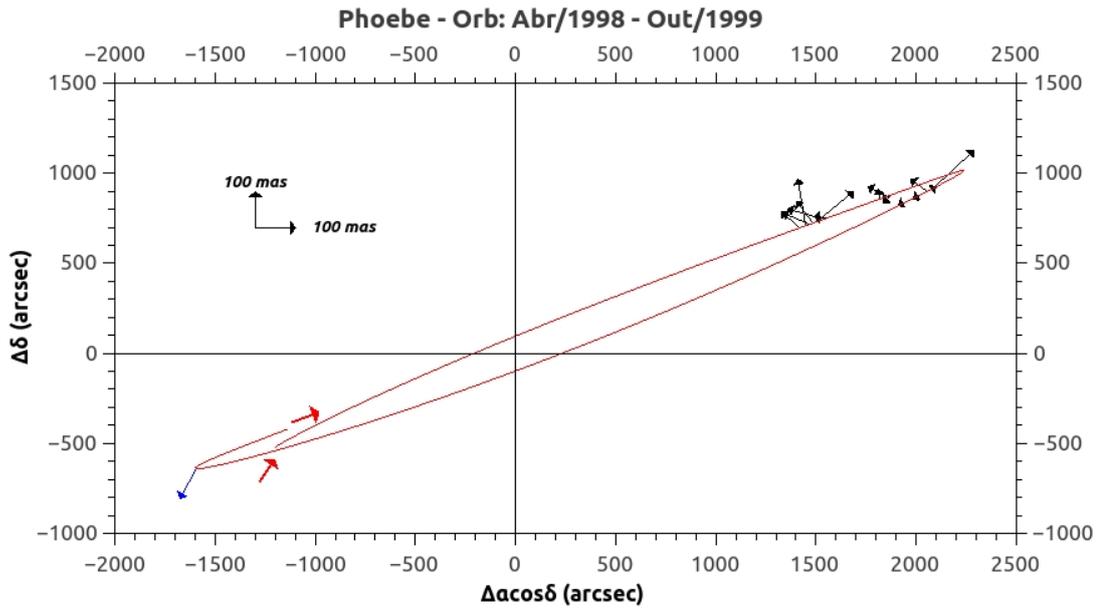
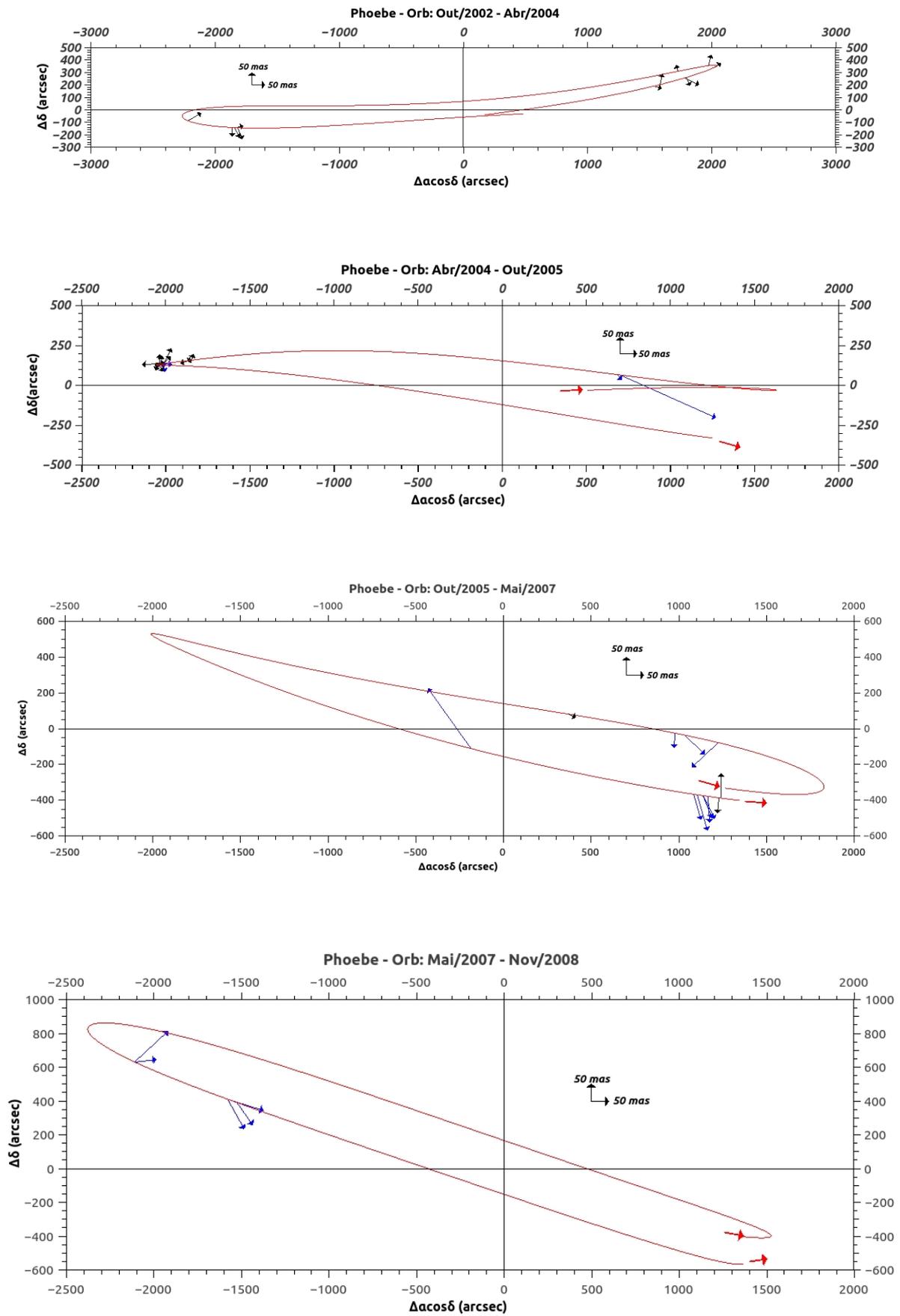


Figura E.8: Gráfico das órbitas de Sinope

E.2 Satélites de Saturno







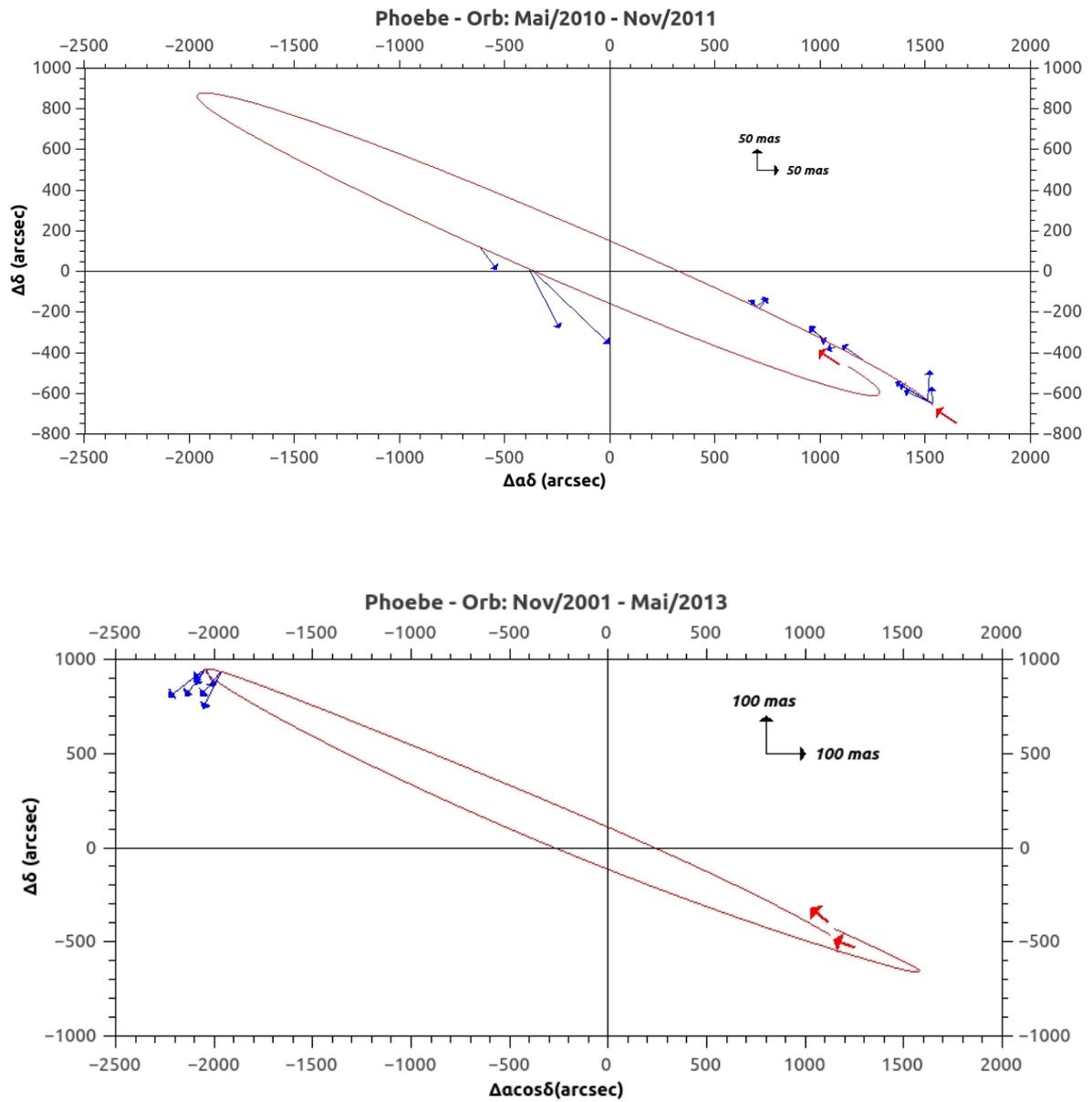


Figura E.9: Gráfico das órbitas de Phoebe

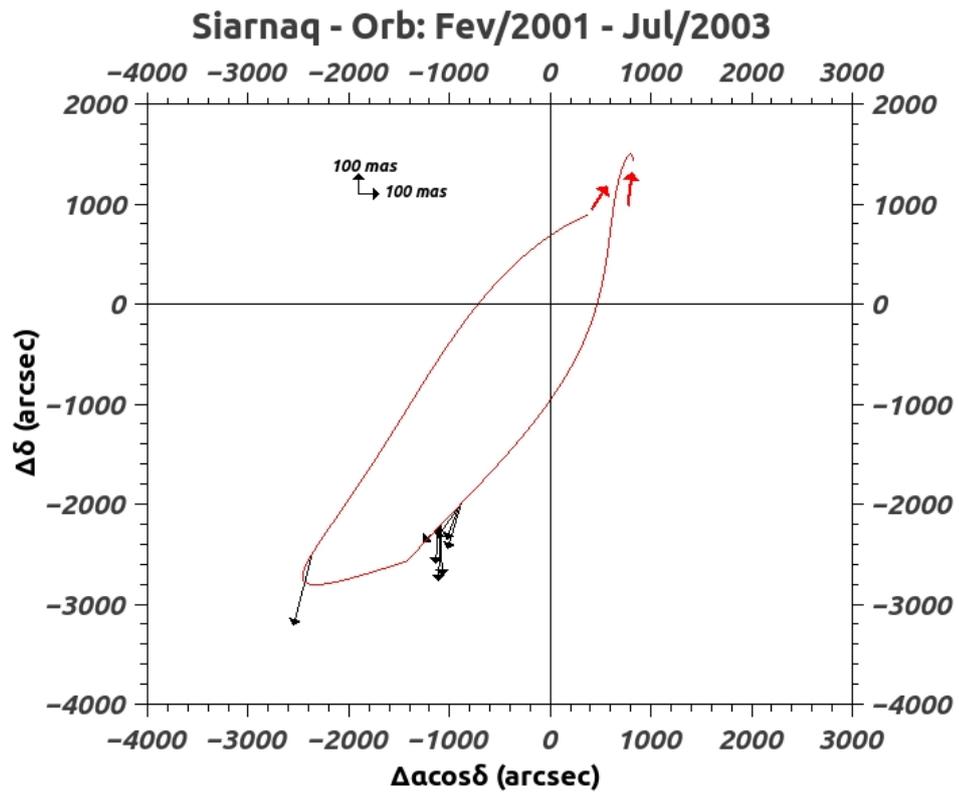


Figura E.10: Gráfico das órbitas de Siarnaq

Glossário

Anomalia Verdadeira Ângulo formado entre o Periastro e a posição instantânea do objeto na órbita centrado no planeta e contada na direção do movimento orbital.

DEC Sigla para Declinação (δ).

LNA Laboratório Nacional de Astrofísica - Itajubá, MG.

Offset Diferença entre a posição obtida pela redução da observação e a posição dada pela efeméride.

OHP Observatoire Haute Provence - Saint-Michel-l'Observatoire, França.

OPD Observatório do Pico dos Dias - Brasópolis, MG.

RA Sigla para Ascensão Reta (α).

Referências Bibliográficas

- [Arias et al., 1995] Arias, E. F., Charlot, P., Feissel, M., and Lestrade, J. (1995). The extragalactic reference system of the international earth rotation service, icrs. *Astronomy & Astrophysics*, 303:604–608.
- [Assafin et al., 1997] Assafin, M., Vieira Martins, R., and Andrei, A. H. (1997). A method to improve guide star catalogue positions with astrometric catalogues. *The Astronomical Journal*, 113:1451.
- [Bevington, 1969] Bevington, P. R. (1969). *Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences*. McGraw-Hill Science, New York.
- [Clark et al., 2005] Clark, R. N. et al. (2005). Compositional maps of saturn’s moon phoebe from imaging spectroscopy. *Nature*, 435(5):66–69.
- [Desmars et al., 2013] Desmars, J., Li, S., Tajeddine, R., Peng, Q., and Tang, Z. (2013). Phoebe’s orbit from ground-based and space-based observations. *Astronomy & Astrophysics*.
- [Gomes et al., 2005] Gomes, R., Levison, H. F., Tsiganis, K., and Morbidelli, A. (2005). Origin of the cataclysmic late heavy bombardment period of the terrestrial planets. *Nature*.
- [Grav et al., 2003] Grav, T., Holman, M. J., Gladman, B. J., and Asksnes, K. (2003). Photometric survey of the irregular satellites. *Icarus*, 166:33–45.
- [Jacobson et al., 2012] Jacobson, R., Brozović, M., Gladman, B., Alexandersen, M., Nicholson, P. D., and Veillet, C. (2012). Irregular satellites of the outer planets: Orbital uncertainties and astrometric recoveries in 2009–2011. *The Astronomical Journal*, 144:8.
- [Kovalevsky, 1995] Kovalevsky, J. (1995). *Modern Astrometry*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

- [Morbidelli et al., 2005] Morbidelli, A., Levison, H. F., Tsiganis, K., and Gomes, R. (2005). The chaotic capture of jovian trojan asteroids during the early dynamical evolution of the solar system. *Nature*, 435:462–466.
- [Nesvorný et al., 2003] Nesvorný, D., Alvarellos, J. L. A., Dones, L., and Levison, H. F. (2003). Orbital and collisional evolution of the irregular satellites. *The Astronomical Journal*, 126:398–429.
- [Nesvorný et al., 2007] Nesvorný, D., Vokrouhlický, D., and Morbidelli, A. (2007). Capture of irregular satellites during planetary encounters. *The Astronomical Journal*, 133:1962–1976.
- [Sheppard, 2006] Sheppard, S. S. (2006). Outer irregular satellites of the planets and their relationship with asteroids, comets and kuiper belt objects. *Proceedings IAU Symposium*, 229:319–334.
- [Sheppard and Jewitt, 2003] Sheppard, S. S. and Jewitt, D. C. (2003). An abundant population of small irregular satellites around "jupiter". *Nature*, 423:261–263.
- [Sicardy et al., 2011] Sicardy, B. et al. (2011). A pluto-like radius and a high albedo for the dwarf planet eris from an occultation. *Nature*, 478:493–496.
- [Stone, 1989] Stone, R. C. (1989). A comparison of digital centering algorithms. *The Astronomical Journal*, 97(4):1227–1237.
- [Tody, 1993] Tody, D. (1993). Iraf in the nineties, in astronomical data analysis software and systems ii. *ASP Conf. Ser.*, 52:173.
- [Tsiganis et al., 2005] Tsiganis, K., Gomes, R., Morbidelli, A., and Levison, H. F. (2005). Origin of the orbital architecture of the giant planets of the solar system. *Nature*, 435(26):459–461.
- [Vieira-Martins et al., 2004] Vieira-Martins, R., Veiga, C. H., Bourget, P., Andrei, A. H., and Descamps, P. (2004). Systematic astrometric observations of proteus. *Astronomy & Astrophysics*, 425:1107–1111.
- [Zacharias et al., 2013] Zacharias, N. et al. (2013). The fourth us naval observatory ccd astrograph catalog (ucac4). *The Astronomical Journal*, 145:14.