

Publicação Especial

Nº 09
2003

**Representação Óptica do Referencial
Celeste Internacional - ICRF**

Dario Nepomuceno da Silva Neto

Tese de Doutorado
Rio de Janeiro, Junho de 2003

CNPq

OBSERVATÓRIO NACIONAL

Coordenação de Informação e Documentação

Rua General José Cristino, 77

São Cristovão

20.921-030 Rio de Janeiro-RJ

BRASIL

Tel.: (021) 585-3215 R: 285

Fax: (021) 589-3959

Ministério da Ciência e Tecnologia.

Observatório Nacional

***REPRESENTAÇÃO ÓPTICA DO REFERENCIAL
CELESTE INTERNACIONAL – ICRF***

Tese de Doutorado

Dario Nepomuceno da Silva Neto

Orientador: *Alexandre Humberto Andrei*

Apresentada como requisito para a obtenção do grau de Doutor em
Astronomia

Rio de Janeiro, junho de 2003

Agradecimentos:

Gostaria de agradecer, respectivamente, à CAPES e à FAPERJ pelo suporte financeiro, expressado por meio de bolsa de pós-graduação.

Gostaria de agradecer ao meu orientador Dr. Alexandre Humberto Andrei, pelo tempo despendido em uma dedicação incessante, por todo ensinamento e amizade transmitidos durante estes já 7 anos e meio de convívio.

Ao Dr. Marcelo Assafin, por todo auxílio prestado neste projeto.

Ao ON/MCT, pelo suporte fornecido para a viabilidade deste projeto.

A todos os pesquisadores do ON, pela ajuda e esclarecimento prestados, em especial aos Dr^s. Roberto Martins e Jucira Penna.

Aos colegas de Pós-graduação, pelo companheirismo e pela ajuda prestada, em especial à Simone, Eugênio e ao Leonardo.

Aos meus Amigos e primos, pela força e pelos momentos de descontração, que foram fundamentais para a concretização do trabalho.

Ao meu irmão, pela amizade e dedicação, não só durante o período deste trabalho, mas durante toda minha vida.

Aos meus pais por todo amor, esforço oferecidos e por tudo que vocês passaram para este seu filho. Especialmente agradeço por terem confiado quando resolvi enveredar-me pelos caminhos da ciência.

A minha esposa, por todo amor, amizade e paciência, especialmente nestes últimos momentos fundamentais.

Finalmente e mais importante, gostaria de agradecer ao meu filho pela graça, amor e força que o mesmo me passou, revigorando ainda mais minha vida.

Resumo

A IAU em sua 23^a Assembléia Geral, em Kyoto, homologou o ICRS como o sistema de referência fundamental. Para colocar um dado referencial ótico neste sistema, é necessário orientar as posições medidas em relação ao ICRF, que é o referencial padrão do ICRS. Uma forma de se fazer isto é obter posições de contrapartidas óticas de rádio-estrelas ou de fontes rádio extragalácticas, no referencial Hipparcos, o qual foi alinhado em relação ao ICRF.

Contudo, muitas das fontes do ICRF não apresentam um aspecto pontual (não são compactas), exibindo estruturas de vários milésimos de segundo de arco em seus mapas rádio a 2GHz e 8GHz. Estas características causam, estatisticamente, uma significativa perda na coincidência entre as posições rádio e ótica destas fontes. Para investigar em quanto tipicamente se expressa a não coincidência, posições ótica e rádio das fontes compactas e extensas do ICRF são comparadas.

Devido ao relativamente reduzido número de fontes com precisas posições ótica e rádio e com índice estrutural determinado, a abordagem de distribuição normal é evitada sempre que possível. Em seu lugar, o método das diferenças de comprimento de arco é usado para a análise. A distinção típica encontrada é da ordem de 8mas, que é compatível com o tamanho das estruturas. Este resultado é de grande importância para a Astrometria moderna e se configura como o mais importante desta tese. Para o estudo, três listas de posições óticas foram usadas, as de Zacharias e col.(1999), da Silva Neto e col.(2000) e as coordenadas destas fontes encontradas no catálogo USNO-A2.0. Estas listas são heterogêneas. Suas precisões variam de 50mas a 250mas e a quantidade de fontes comuns é da ordem de 50%.

No presente, dois diferentes métodos têm sido usados para obter posições óticas de fontes extragalácticas. No primeiro, os campos das fontes e os campos das estrelas secundárias são obtidos a partir de observações ou de levantamentos óticos. No segundo, as posições das estrelas secundárias são obtidas de campos corrigidos de catálogos muito densos, tais como o GSC, USNO-A2.0 e o USNO-B1.0.

Neste trabalho, nós iremos discutir o uso do segundo método mencionado anteriormente, apresentando novos resultados de posições óticas de fontes do ICRF. As contrapartidas óticas são obtidas em campos CCD observados com o telescópio de 1,60m do LNA, enquanto que os campos secundários são oriundos de campos do USNO-A2.0 corrigidos pelos catálogos UCAC1 e Tycho-2, em duas datas diferentes (data do catálogo e data da observação). As coordenadas óticas foram obtidas a uma precisão típica de 100mas para as reduções com o UCAC1. Este valor, bem como todas as análises feitas na parte do trabalho relativa ao método de redução, validam o mesmo como uma alternativa viável para a obtenção de coordenadas óticas de fontes do ICRF.

ABSTRACT

The IAU at the 23rd General Assembly in Kyoto established the ICRS as the official reference system. For placing an optical frame in this system, one has to link measured optical positions to the ICRF, which is the standard reference frame of the ICRS. One way to do this is obtaining positions for the optical counterparts of radio stars or extragalactic radio sources in optical frames, usually referred to the Hipparcos frame.

However, many of the ICRF sources are not point like, exhibiting structures of several miliarcseconds on the 2 and 8GHz radio maps. These features cause a statistically significant loss of coincidence between the radio and the optical positions. To investigate on how much the lack of coincidence typically amounts, the radio and optical positions of compact and extended sources are assessed.

Due to a relatively small number of sources with both precise radio and optical positions, and with known structure index, the implicit gaussian distribution approach is avoided whenever possible and the arc length method is used for analysis. The typical offset is about 8mas, thus being compatible with the structures size. This result is very important for modern Astrometry, and is the most important contribution of this work. Three lists of optical counterpart positions are used to show the effect: the lists from Zacharias et al.(1999), from da Silva Neto et al.(2000), and from the USNO-A2.0 catalogue. They are heterogeneous. The precisions vary from 50 to 250mas, and the portion of common sources is around 50%.

In the last years, two different approaches have been used to obtain optical counterparts of extragalactic radio sources. In the first, the source field and the secondary stars field are imaged in the observing run or obtained from image surveys. In the second, the secondary star positions are obtained from corrected very dense catalogs, as GSC, USNO-A2.0 or USNO-B1.0.

In this work, we will discuss the use of the later method and present results from ICRF optical positions obtained with it. The source fields are obtained from direct imaging at the 1.60m LNA telescope, and the secondary frames come from the USNO-A2.0 corrected for more precise astrometric catalogues such as the UCAC1 catalogue and the Tycho-2 catalogue at two different epochs (catalog epoch and observation epoch). The USNO has 526,280,881 objects in the Hipparcos system with positional precision of 250mas. The precision of optical coordinates was obtained on the 100mas level, for the UCAC1 reduction. This value and all the analysis done in this part of the work related to the method, show that it as a good alternative to obtain positions for the optical counterparts of ICRF sources.

ÍNDICE

1 Introdução.....	01
1.1 Orientação entre referenciais óticos e rádio do ICRS.....	05
1.2 Descrição do trabalho.....	07
1.3 Objetivos.....	08
2 O novo sistema de referência – ICRS.....	09
2.1 O International Celestial Reference Frame (ICRF).....	12
2.1.1 Critérios de definição do ICRF.....	14
2.2 O referencial ótico do ICRS.....	20
3 Efeito sistemático devido às estruturas rádio das fontes do ICRF.....	23
Artigo: A pattern of noncoincidence between radio and optical positions of International Celestial Reference Frame sources.....	31
4 Métodos para obtenção de coordenadas óticas de fontes rádio extragalácticas.....	38
4.1 Construção de campos secundários.....	39
4.1.1 Campos secundários obtidos a partir de observação.....	39
4.1.2 Campos secundários obtidos de catálogos densos.....	42
4.2 Utilização de catálogos astrométricos densos como referencial primário.....	46
5 As contrapartidas óticas das fontes rádio extragalácticas.....	49
5.1 A determinação dos centróides nas imagens CCD.....	52
5.1.1 O ajuste gaussiano.....	53

5.1.2 Análise da determinação dos centróides.....	54
6 O catálogo USNO A2.0 e a sua utilização como referencial secundário.....	58
6.1 O catálogo USNO-A2.0.....	58
6.2 Correção local do USNO-A2.0.....	61
6.2.1 Termos sistemáticos dos movimentos próprios.....	63
6.2.2 Os procedimentos da correção local do USNO-A2.0.....	68
6.2.3 Resultados da correção do USNO-A2.0.....	69
7 As coordenadas óticas das fontes extragalácticas.....	81
7.1 Apresentação das coordenadas óticas das fontes do ICRF.....	82
8 Comparação com a coordenada rádio do ICRF.....	97
9 Benefícios das reduções em duas épocas.....	112
9.1 Indicações de Movimento próprio para as estrelas dos campos CCD..	112
10 Conclusões.....	114
Referências Bibliográficas.....	117
Apêndice:	
1 Artigo: Investigation of USNO-A2.0 catalog positions.....	123
2 Estimativas de movimento próprio para estrelas secundárias.....	130

Índice de Tabelas

3.1 Médias e desvios padrão da distribuição das médias dos valores absolutos das diferenças de comprimento de arco. Método fonte-pólo.....	26
4.1 Comparação entre os campos GSC(1.1) original e os catálogos de referência.....	45
4.2 Comparação entre os campos GSC(1.1) corrigidos e os catálogos de referência.....	46
5.1 Média dos erros da determinação dos centróides (x,y) das imagens óticas das estrelas secundárias no campo CCD comum e das contrapartidas óticas das fontes ICRF.....	55
6.1 Médias dos desvios padrão, obtidos em cada campo, para as diferenças entre as coordenadas dos catálogos primários e o A2.0 original e corrigido, na data da placa do mesmo.....	70
6.2 Médias dos desvios padrão, obtidos em cada campo, para as diferenças entre as coordenadas dos catálogos primários e o A2.0 original e corrigido, na data da observação do campo da contrapartida ótica da fonte ICRF.....	71
6.3 Médias e desvios padrão das diferenças posicionais entre as coordenadas do A2.0 corrigido, na data do A2.0, e as coordenadas rádio das fontes do ICRF. Sentido A2.0–ICRF.....	79
7.1 ^a Coordenadas das contrapartidas óticas de fontes rádio do ICRF, reduzidas no HCRF pelo catálogo UCAC1, em duas datas distintas.....	84
7.2 ^a Desvios padrão para as diferenças O – C entre as coordenadas óticas calculadas e as coordenadas do A2.0 corrigido pelo UCAC1.....	87
7.1 ^b Coordenadas das contrapartidas óticas de fontes rádio do ICRF, reduzidas no HCRF pelo catálogo Tycho-2, em duas datas distintas.....	87
7.2 ^b Desvios padrão para as diferenças O–C entre as coordenadas óticas calculadas e as coordenadas do A2.0 corrigido pelo Tycho-2.....	92
7.1 ^c Coordenadas das contrapartidas óticas de fontes rádio do ICRF, reduzidas no HCRF pelo catálogo ACT, em duas datas distintas.....	92
7.2 ^c Desvios padrão para as diferenças O – C entre as coordenadas óticas calculadas e as coordenadas do A2.0 corrigido pelo ACT.....	96

8.1 Médias, desvios padrão e erros relativos às diferenças O – R, entre as coordenadas óticas determinadas e a coordenada rádio das fontes do ICRF.....	98
8.2 Médias, desvios padrão e erros relativos às diferenças O – R, entre as coordenadas óticas determinadas e a coordenada rádio das fontes do ICRF, para um conjunto comum entre o UCAC1 e o Tycho-2.....	108
8.3 Médias, desvios padrão e erros relativos às diferenças O – R, entre as coordenadas óticas relativas ao B1.0 e a coordenada rádio das fontes do ICRF, para o conjunto comum usado na confecção da tabela 8.2.....	110
A.2.1 Indicação de movimento próprio para 1.884 objetos pertencentes ao USNO-A2.0.....	127

Índice de Figuras

2.1 Figuras do contorno de rádio emissão a 4 cm de comprimento de onda para quatro fontes.....	16
2.2 Distribuição no céu de todas as fontes do ICRF.....	19
3.1 Distribuição das médias dos valores absolutos das diferenças de comprimento de arco. Método fonte-pólo.....	25
3.2 Distribuição dos valores absolutos das diferenças de comprimento de arco. Lista Zacharias contra ICRF.....	28
3.3 Diferenças das distribuições dos valores absolutos das diferenças de comprimento de arco entre os dois conjuntos simulados e o ICRF.....	29
4.1 Erro médio de uma posição de catálogo como função da magnitude. Reproduzido de deVegt e col. (2001, figura 5).....	42
5.1 Telescópio Perkin-Elmer do LNA.....	49
5.2 Representação celeste das fontes extragalácticas de programa já observadas no telescópio de 1,60m do LNA.....	51
5.3 Gráficos dos erros médios quadráticos da determinação dos centróides contra magnitude R do USNO-A2.0.....	56
6.1 Distribuição celeste dos objetos do USNO-A2.0.....	59
6.2 Componente sistemático do movimento próprio devido à rotação galáctica.....	64
6.3 Componente sistemático do movimento próprio devido ao movimento do Sol em direção ao ápex.....	65
6.4 Distribuição celeste dos movimentos próprios do catálogo Hipparcos.....	66
6.5 Distribuição dos efeitos de viés, para estrelas de campo retiradas dos catálogos Hipparcos e Tycho-2, supondo uma diferença de datas de 15 anos.....	67
6.6 Desvios padrão das diferenças posicionais entre o UCAC1 e o A2.0 original e corrigido contra as coordenadas equatoriais dos centros de projeção. Correção na data original do A2.0.....	73

6.7 Desvios padrão das diferenças posicionais entre o UCAC1 e o A2.0 original e corrigido contra as coordenadas equatoriais dos centros de projeção. Correção na data da observação da imagem ótica da fonte ICRF.....	74
6.8 Desvios padrão das diferenças posicionais entre o Tycho-2 e o A2.0 original e corrigido contra as coordenadas equatoriais dos centros de projeção. Correção na data original do A2.0.....	75
6.9 Desvios padrão das diferenças posicionais entre o Tycho-2 e o A2.0 original e corrigido contra as coordenadas equatoriais dos centros de projeção. Correção na data da observação da imagem ótica da fonte ICRF.....	76
6.10 Diferenças posicionais A2.0 corrigido, na data do mesmo, pelo Tycho-2 menos ICRF contra coordenadas celestes das fontes rádio.....	78
8.1 Distribuição das diferenças O – R, relativa às reduções com o UCAC1.....	100
8.2 Distribuição das diferenças O – R, relativa às reduções com o Tycho-2.....	101
8.3 Distribuição das diferenças O – R, relativa às reduções com o ACT.....	102
8.4 Gráficos das diferenças O – R entre as coordenadas ótica e rádio das fontes do ICRF, contra as respectivas magnitudes A2.0 das mesmas. Redução segundo o UCAC1.....	104
8.5 Gráficos das diferenças O – R das coordenadas das fontes, contra as respectivas magnitudes A2.0 das mesmas. Redução segundo o Tycho-2.....	105
8.6: Gráficos das diferenças O – R entre as coordenadas ótica e rádio das fontes extragalácticas, contra as respectivas coordenadas equatoriais obtidas. Redução UCAC1.....	106
8.7 Gráficos das diferenças O – R entre as coordenadas ótica e rádio das fontes extragalácticas, contra as respectivas coordenadas equatoriais obtidas. Redução Tycho-2.....	107

Capítulo 1

Introdução

A observação de corpos celestes procurando descrever a cinemática do céu (Universo) data de vários séculos antes de cristo. Já a materialização do sistema de referência inercial, baseada em objetos celestes, veio somente com a formulação da mecânica newtoniana, sendo esta materialização um problema fundamental estudado pela astronomia.

A idéia de usar objetos extragalácticos para a materialização de um referencial quase inercial está centrada em seus movimentos próprios aparentes insignificantes, frente às distâncias cosmológicas envolvidas, considerados menores que 0,02 mas/ano (milésimo do segundo de arco por ano). No final do século XIX, Hershell e Laplace propuseram esta questão pela primeira vez, a qual só foi posta à prova com a descoberta dos quasares. Estes objetos extragalácticos longínquos, que assumem aspecto estelar em campos fotográficos, normalmente possuem brilho visual extremamente fraco. Eles podem também ser fontes com intensa emissão na banda rádio.

O uso de objetos extragalácticos para a realização de um sistema quase inercial só foi possível devido à viabilização de uma amadurecida e altamente precisa técnica de observação rádio, Very Long Baseline Radio Interferometry (VLBI). Esta técnica é a única que fornece medidas simultâneas das direções de fontes rádio extragalácticas (quasares, núcleos de galáxias, etc.), das coordenadas terrestres dos sítios de observação e da orientação da Terra (Gointer e col., 1997).

Tendo em vista não haver tradução das inúmeras nomenclaturas usadas no meio da Astronomia e Geofísica rádio, em especial a Astrometria rádio, as mesmas serão aqui usadas em sua forma inglesa sem qualquer realce gráfico, incluindo o uso de aspas.

Esquemáticamente, VLBI é uma técnica geométrica que mede com precisão direções no espaço. Usando um par de antenas, a diferença de tempo entre as detecções, em duas estações, dos sinais emitidos pela mesma fonte rádio é medida com uma precisão de uns poucos picosegundos. A luz atravessa 1mm em três picosegundos. Esta diferença temporal (delay) e sua derivada temporal (delay rate) são reconstruídas por correlação de sinais gravados nos dois extremos, estações, da linha de base.

A peça chave do equipamento de uma estação é o relógio, com o qual o evento é datado. Como o sinal recebido é tipicamente ruído “broadband”, a escala de tempo de referência dada pelo relógio deve ser extremamente estável em um período curto de tempo. O VLBI faz uso dos mais estáveis padrões de frequência em curto período, isto é, masers de hidrogênio que tem estabilidade de uma parte em 10^{14} em escala de 1000 segundos.

As bandas de frequência usadas em aplicações astrométricas e geodésicas são as bandas S e X, com as respectivas frequências de 2,3 e 8,4 GHz, ou comprimento de onda de 13 e 3,6 cm. Os sinais são gravados sob o protocolo Mark III (Rogers e col., 1983), mas o formato VLBA também vem sendo usado (Mark IV).

A estratégia observacional visa obter estimativas dos parâmetros globais desejados que não sejam contaminadas pelas determinações dos parâmetros locais variáveis, que são necessariamente considerados na análise de dados. Uma típica sessão de observação envolve de 6 a 21 linhas de base terrestres observando umas poucas dezenas de fontes rádio extragalácticas durante um intervalo de 24 horas, produzindo de várias centenas a alguns milhares de observações (delay e delay rate). A análise consiste da determinação por mínimos quadrados de parâmetros globais que descrevam a direção da fonte rádio, a posição e o movimento da estação de observação; a orientação da Terra e os parâmetros locais usados para modelar o comportamento e ambiente da estação. Considerando que os parâmetros locais e de rotação da Terra são determinados para cada sessão, a obtenção da posição da fonte rádio e dos parâmetros da estação pode ser feita pela combinação de múltiplas sessões (McCarthy, 1996).

Os resultados do referencial celeste adotado pela IAU, que será explicado no próximo capítulo, são baseados essencialmente em observações acumuladas durante 15

Capítulo 1

Introdução

A observação de corpos celestes procurando descrever a cinemática do céu (Universo) data de vários séculos antes de Cristo. Já a materialização do sistema de referência inercial, baseada em objetos celestes, veio somente com a formulação da mecânica newtoniana, sendo esta materialização um problema fundamental estudado pela astronomia.

A idéia de usar objetos extragalácticos para a materialização de um referencial quase inercial está centrada em seus movimentos próprios aparentes insignificantes, frente às distâncias cosmológicas envolvidas, considerados menores que 0,02 mas/ano (milésimo do segundo de arco por ano). No final do século XIX, Hershell e Laplace propuseram esta questão pela primeira vez, a qual só foi posta à prova com a descoberta dos quasares. Estes objetos extragalácticos longínquos, que assumem aspecto estelar em campos fotográficos, normalmente possuem brilho visual extremamente fraco. Eles podem também ser fontes com intensa emissão na banda rádio.

O uso de objetos extragalácticos para a realização de um sistema quase inercial só foi possível devido à viabilização de uma amadurecida e altamente precisa técnica de observação rádio, Very Long Baseline Radio Interferometry (VLBI). Esta técnica é a única que fornece medidas simultâneas das direções de fontes rádio extragalácticas (quasares, núcleos de galáxias, etc.), das coordenadas terrestres dos sítios de observação e da orientação da Terra (Gointer e col., 1997).

Tendo em vista não haver tradução das inúmeras nomenclaturas usadas no meio da Astronomia e Geofísica rádio, em especial a Astrometria rádio, as mesmas serão aqui usadas em sua forma inglesa sem qualquer realce gráfico, incluindo o uso de aspas.

Esquemáticamente, VLBI é uma técnica geométrica que mede com precisão direções no espaço. Usando um par de antenas, a diferença de tempo entre as detecções, em duas estações, dos sinais emitidos pela mesma fonte rádio é medida com uma precisão de uns poucos picosegundos. A luz atravessa 1mm em três picosegundos. Esta diferença temporal (delay) e sua derivada temporal (delay rate) são reconstruídas por correlação de sinais gravados nos dois extremos, estações, da linha de base.

A peça chave do equipamento de uma estação é o relógio, com o qual o evento é datado. Como o sinal recebido é tipicamente ruído “broadband”, a escala de tempo de referência dada pelo relógio deve ser extremamente estável em um período curto de tempo. O VLBI faz uso dos mais estáveis padrões de frequência em curto período, isto é, masers de hidrogênio que tem estabilidade de uma parte em 10^{14} em escala de 1000 segundos.

As bandas de frequência usadas em aplicações astrométricas e geodésicas são as bandas S e X, com as respectivas frequências de 2,3 e 8,4 GHz, ou comprimento de onda de 13 e 3,6 cm. Os sinais são gravados sob o protocolo Mark III (Rogers e col., 1983), mas o formato VLBA também vem sendo usado (Mark IV).

A estratégia observacional visa obter estimativas dos parâmetros globais desejados que não sejam contaminadas pelas determinações dos parâmetros locais variáveis, que são necessariamente considerados na análise de dados. Uma típica sessão de observação envolve de 6 a 21 linhas de base terrestres observando umas poucas dezenas de fontes rádio extragalácticas durante um intervalo de 24 horas, produzindo de várias centenas a alguns milhares de observações (delay e delay rate). A análise consiste da determinação por mínimos quadrados de parâmetros globais que descrevam a direção da fonte rádio, a posição e o movimento da estação de observação; a orientação da Terra e os parâmetros locais usados para modelar o comportamento e ambiente da estação. Considerando que os parâmetros locais e de rotação da Terra são determinados para cada sessão, a obtenção da posição da fonte rádio e dos parâmetros da estação pode ser feita pela combinação de múltiplas sessões (McCarthy, 1996).

Os resultados do referencial celeste adotado pela IAU, que será explicado no próximo capítulo, são baseados essencialmente em observações acumuladas durante 15

anos em vários programas mundiais. Dados de frequências duplas, Mark III, tiveram aplicações geodésicas e astrométricas. Muitos dos dados (95% de aproximadamente 2 milhões de observações) foram, em princípio, adquiridos para propostas geodésicas. Os mais importantes programas de geodesia incluem: NASA's Crustal Dynamics Project e o Space Geodesy Program para placas tectônicas, deformações regionais e alta resolução na determinação dos parâmetros de orientação da Terra (EOP); o International Radio Interferometry Surveying (IRIS-A), o programa do US Naval Observatory (USNO), NAVNET, e o sucessor desses, o Near Earth Objects Survey (NEOS) para monitoramento regular de EOP; os esforços organizados pelos europeus e pelo IRIS-S através do Bonn Geodetic Institute; e as sessões do USNO's NAVEX para os referenciais terrestres. Os programas geodésicos usaram as fontes rádio mais brilhantes, concentrando-se gradualmente nas mais compactas com sensíveis melhoras. Estas fontes geodésicas são também a fundação do trabalho astrométrico, devido ao número de observações das cerca de 150 mais usadas.

O International Celestial Reference Frame (ICRF) (Ma e col., 1998) é o referencial fundamental da referendado pela IAU. Construído a partir de mais de 15 anos de observações VLBI, ele é formado por 608 coordenadas rádio de objetos espalhados por todo céu, a uma precisão posicional típica de 1mas. Porém, o conjunto de posições relativas do ICRF é definido por um seletivo grupo de 212 fontes rádio extragalácticas compactas com precisão posicional melhor que 1mas.

Contudo, como descrito nas recomendações de 1991 da IAU, o novo sistema de referência, o ICRS (Arias e col., 1995), deveria também ter uma representação na banda ótica. A necessidade de tal representação ótica é evidente, uma vez que a maioria dos trabalhos desenvolvidos em Astronomia está neste regime de frequências, além das áreas de conhecimento humano que lançam mão deste conhecimento. Um outro aspecto é a acessibilidade do sistema de referência, o que se dá de forma mais natural no comprimento de onda ótico.

A solução encontrada foi o catálogo espacial Hipparcos (ESA, 1997), devido à sua precisão. O satélite Hipparcos foi capaz de medir precisamente o ângulo entre os objetos de sua lista de observação. Destes ângulos e de suas variações temporais foi possível se

obter as posições, movimentos próprios e as paralaxes das estrelas deste catálogo em um referencial rígido cobrindo todo céu. A conexão do Hipparcos em relação ao ICRF foi feita em diferentes frentes (Kovalevsky e col., 1997), dentre elas a determinação da posição rádio de fontes estelares pertencentes ao catálogo, determinação de posição ótica de fontes pertencentes ao ICRF no referencial do Hipparcos, catálogos óticos referidos a galáxias e até mesmo, parâmetros de orientação da Terra. Contudo a principal contribuição para a orientação do Hipparcos em relação ao ICRF foi fornecida através da comparação entre as posições das estrelas Hipparcos com posições rádio referidas ao ICRF, obtidas a partir de seções VLBI. Já para a variação temporal da orientação (spin), foram feitas tentativas comparando o movimento próprio do Hipparcos em relação a fontes externas, tais como galáxias, as quais não necessariamente pertenciam ao ICRF. Por fim, os ângulos de rotação entre o Hipparcos e o ICRF foram determinados nulos, frente ao erro dos mesmos.

Uma vez estipulada a conexão entre o ICRF e o Hipparcos, a mesma deve ser mantida via novos trabalhos observacionais de solo. Como descrito no artigo de Kovalevsky e col. (1997) inúmeras abordagens podem ser levadas. Contudo, atualmente as mais precisas são a determinação de precisas posições rádio de estrelas pertencentes ao referencial Hipparcos, ou a determinação de coordenadas das contrapartidas óticas das fontes pertencentes ao ICRF no referencial Hipparcos. Destas duas opções a segunda é a mais factível, visto as maiores facilidades de se observar no comprimento de onda ótico. Além disto, a primeira opção demanda muito tempo requerido pelas sínteses necessárias para a precisa determinação da posição rádio de estrelas.

De fato, a determinação de coordenadas óticas de fontes do ICRF no referencial Hipparcos vem sendo o meio mais empregado para se manter a orientação entre estes dois referenciais. Desde a homologação do ICRS na 23^a assembleia geral da IAU, tal procedimento vem se tornando mais ágil, visto crescimento do número de novos catálogos de posições e movimento próprios precisos (ACT e Tycho-2) e catálogos de posição mais densos, tais como USNO-A2.0, GSC 2.2 e B1.0. Neste período, também se iniciou o projeto UCAC, o qual tem a intenção de gerar um catálogo posições e movimentos próprios precisos, com uma elevada densidade, embora não tão denso como os três citados anteriormente.

Neste trabalho se discutem os limites físicos da justaposição entre referenciais no ótico e no rádio, bem como os métodos para obter suas orientações relativas.

1.1 Orientação entre referenciais óticos e rádio do ICRS

Apesar de sabermos que a rigor os centros de emissão ótica e rádio de uma fonte extragaláctica dificilmente coincidam, é de praxe na área de astrometria adotar a coincidência ao comparar um conjunto de posições óticas ao ICRF. Caso tal procedimento seja levado ao extremo, ou seja, se referir um conjunto de posições óticas ao ICRF por simples adoção da coordenada rádio de poucas (ou mesmo uma) fontes extragalásticas às suas contrapartidas óticas observadas neste conjunto, pode acarretar em viés na orientação destas posições óticas em relação ao ICRF. Tendo isto em mente, foi elaborado um estudo para saber se algum subgrupo do ICRF teria uma maior separação entre os centróides das imagens ótica e rádio de suas respectivas fontes. Para tal, foi utilizado o método de diferenças de comprimento de arco, uma vez que o mesmo é invariante a rotações globais. Os conjuntos usados foram o próprio ICRF e, no comprimento de onda ótico, as posições de fontes extragalásticas fornecidas pelas listas de Zacharias e col. (1999) e de da Silva Neto e col. (2000), além das posições encontradas no catálogo USNO-A2.0. Como resultado foi encontrado que fontes mais compactas apresentam uma menor separação da ordem de 8mas entre os centróides de suas imagens ótica e rádio, quando comparadas às fontes extensas. Tal averiguação é de grande importância para a Astrometria moderna e se constitui no mais importante resultado obtido neste trabalho de tese. A publicação “A pattern of non coincidence between rádio and optical positions of International Celestial Reference Frame sources” é parte integrante desta tese e traz um estudo detalhado deste efeito.

A determinação de precisas coordenadas óticas de fontes do ICRF é uma das principais ferramentas para a manutenção da orientação entre os referenciais ótico e

rádio no ICRS. Para isto, é necessário ter um método eficaz de obtenção dessas coordenadas.

Aqui, a obtenção destas posições se deu no referencial do catálogo USNO-A2.0 corrigido por representações mais precisas do referencial Hipparcos. A correção aplicada foi o método de correção local (Assafin e col., 1997), adequado às condições do USNO-A2.0, em duas épocas distintas, época original das placas do USNO-A2.0 (correção tradicional) e época da observação CCD da contrapartida ótica. Como é sabido, o desconhecimento dos movimentos próprios de estrelas secundárias, usadas na determinação das posições óticas de objetos de magnitude elevadas, tais como fontes extragalácticas, é um dos principais fatores de erro na determinação das mesmas (da Silva Neto e col., 2000). Tentando levar em consideração a parte sistemática destes desconhecidos movimentos próprios de estrelas secundárias, foi efetuada esta segunda correção do USNO-A2.0, na data da observação CCD.

As contrapartidas óticas foram obtidas de observações CCD feitas no telescópio de 1,60m do LNA, as quais são integrantes de um conjunto de projetos do grupo de pesquisa. A configuração usada no telescópio é tal que gera campos de aproximadamente $5' \times 5'$ centrados na contrapartida ótica, contendo de 10 a 100 estrelas secundárias pertencentes aos campos corrigidos do USNO-A2.0. Por fim, concluiu-se que a metodologia da correção para a data CCD é uma alternativa eficaz para a determinação das contrapartidas óticas do ICRF, uma vez que com a mesma se obteve coordenadas para estas fontes ao nível de 100mas.

1.2 Descrição do trabalho

No capítulo 2 são apresentados o ICRS e os referenciais ótico e rádio usados. O ICRF é apresentado no item 2.1 e as representações óticas do referencial Hipparcos usadas no item 2.2.

Foi elaborado no capítulo 3 um estudo da separação entre os centróides fornecidos pelas posições ótica e rádio das fontes do ICRF. Também é apresentada a publicação da Silva Neto (2002), a qual traz maiores detalhes sobre o estudo e é parte integrante do trabalho de tese.

O capítulo 4 traz os métodos de obtenção de contrapartidas óticas de fontes extragalácticas usados por diversos grupos de pesquisa.

No capítulo 5 é apresentada a distribuição e a qualidade das imagens óticas obtidas pelo grupo de trabalho, com o objetivo da determinação de posições óticas de fontes extragalácticas para os diferentes projetos do grupo, em particular esta tese.

O capítulo 6 traz a descrição da metodologia e subsequente análise da obtenção do referencial secundário utilizado.

No capítulo 7 são apresentadas as coordenadas das contrapartidas óticas das fontes do ICRF obtidas neste trabalho, explorando a metodologia desenvolvida.

Partindo das diferenças posicionais $O - R$ no sentido ótico menos rádio das fontes, é estudada no capítulo 8 a consistência do método de redução e por consequência a qualidade das coordenadas óticas obtidas.

No capítulo 9, é apresentado o procedimento aqui tomado para o fornecimento de estimativas de movimento próprio para as estrelas secundárias usadas na obtenção das posições óticas das fontes extragalácticas.

O capítulo 10 apresenta as conclusões finais do trabalho, além de perspectivas futuras para trabalhos a serem desenvolvidos nesta área da Astrometria.

Por fim, é apresentado no Apêndice 1 a publicação de Assafin e col. (2001), uma vez que a mesma é parte integrante desta tese e da qual o candidato é um dos co-autores; no Apêndice 2, são listadas as estimativas de movimento próprio determinadas no Capítulo 9.

1.3 Objetivos

De acordo com o dito até aqui, alguns pontos se apresentam como objetivos deste trabalho de tese, sendo dois os principais:

- a) O estudo de subgrupos dentro do ICRF, visando estudar a separação entre os centróides, a partir das posições ótica e rádio das fontes do ICRF.
- b) A apresentação de um método eficaz para a redução de contrapartidas óticas de fontes do ICRF, utilizando-se catálogos de posição muito densos como fornecedores de campos secundários e uma abordagem inovadora de redução, com estes campos na data da observação da contrapartida ótica.

Não obstante, outros pontos se apresentam como objetivos secundários deste trabalho, entre eles, a determinação de coordenadas óticas de fontes do ICRF e a estimativa de movimentos próprios para as estrelas secundárias usadas para a determinação dessas coordenadas.

Capítulo 2

O novo sistema de referência – ICRS

As direções fixadas materializadas pelo FK5 e pelos predecessores catálogos estelares fundamentais de posição e movimento próprio, foram definidas a partir dos modelos dinâmicos do movimento orbital da Terra (eclítica) e dos modelos de rotação da Terra (equador). No passado estas direções fundamentais foram consideradas convencionais por várias décadas. Elas eram corrigidas de tempos em tempos, visando melhorias nos parâmetros e nos próprios modelos de movimento dos objetos do sistema solar. Em suas recomendações de 1991 sobre sistemas de referência (Bergeron, 1992; Guinot, 1979; Kovalesky e Feissel, 1996), a International Astronomical Union (IAU) decidiu selecionar objetos extragalácticos distantes como base para um novo sistema de referência celeste e restringir a fixação das direções fundamentais a um conjunto selecionado destes objetos. Estas direções deveriam ser consistentes com suas prévias realizações, ou seja, a origem das ascensões retas e os pólos do FK5, dentro das incertezas do mesmo.

De acordo com as novas regras adotadas, as direções fundamentais do novo sistema de referência celeste permanecem fixas no espaço, em relação a precisão de uma época. Elas não mais são dependentes dos modelos de movimentos dos objetos do sistema solar. Logo, o novo sistema de referência passou a ser cinemático, deixando de ser dinâmico. No entanto, tais objetos fiduciais devem ser monitorados e suas posições adotadas deverão ser recalculadas à medida que melhores informações sejam obtidas. Contudo, a direção dos eixos de coordenadas será mantida pela implementação de condições estatísticas. Por efeito destas, as coordenadas das fontes selecionadas como definidoras não têm rotações globais de um antigo para um novo conjunto de coordenadas. Foi também previsto que algumas fontes poderiam sair da lista ou novas fontes poderiam ser incluídas¹.

¹ Como foi o caso da extensão I do ICRF

O Internacional Celestial Reference System, ICRS, (Arias e col., 1995) foi definido pelo International Earth Rotation Service (IERS) e adotado, em 1997, pela IAU como sistema de referência celeste primário, substituindo o sistema de coordenadas equatoriais celeste materializado pelo FK5. Ele foi elaborado dentro das condições específicas das recomendações de 1991 da IAU, portanto vindo a nortear posteriormente as posições estelares e movimentos próprios do catálogo Hipparcos e as efemérides JPL do sistema solar (começando em DE403), as quais estão expressas no próprio ICRS.

Como previsto nas recomendações de 1991 da IAU, a origem do sistema de eixos do ICRS está localizada no baricentro do sistema solar. O plano equatorial do novo sistema é alinhado com o equador médio celeste em J2000, pelos modelos convencionais de precessão da IAU (Lieske e col., 1977) e pelos modelos de nutação fornecidos por Seidelmann (1982). Uma vez que eram conhecidos os erros destes modelos ao patamar de vários milésimos de segundos de arco (mas), foi necessário o uso de outros mais precisos para alinhar o equador médio J2000 ao plano principal do ICRS. Tais modelos precisos podem ser obtidos de observações com a técnica Very Long Baseline Interferometry (VLBI), que servem para estabelecer o referencial extragaláctico. Segundo esta proposta, Souchay e col. (1995) analisaram estimativas de deslocamento do pólo celeste da Terra de 1979 a 1994 (Ma e col., 1994) e deduziram correções ao modelo convencional de precessão e aos termos mais elevados de nutação. Baseados nestas correções, o deslocamento previsto entre o pólo celeste médio em J2000 e o pólo do ICRS é de $18,0 \pm 0,1$ mas no sentido de 12^h e de $5,3 \pm 0,1$ mas no sentido de 18^h . Um outro estudo independente combinando 16 anos de observações VLBI e 24 anos de medidas de distância laser lua (Lunar Laser Ranging - LLR) (Charlot e col., 1995) forneceu deslocamentos de $17,5 \pm 1,0$ mas no sentido de 12^h e de $4,7 \pm 1,0$ mas no sentido de 18^h .

As recomendações de 1991 da IAU também estipulavam a necessidade de continuidade, com respeito à orientação, em relação ao sistema FK5. A incerteza da direção do pólo deste sistema prévio podia ser estimada, tanto considerando que a parte sistemática da mesma é dominada por uma correção de $-2,5$ mas/a para a constante de precessão inserida no próprio sistema FK5, quanto pela adoção da precisão dada por Fricke (1982) para o equador do próprio sistema (± 20 mas) e pelo limite de Schwan (1988) para a rotação residual ($\pm 0,7$ mas/a), tomando como épocas de observações as de

Fricke e col. (1988). Assumindo que o erro na taxa de precessão fosse absorvido pelos movimentos próprios das estrelas, foi estimada uma incerteza de 50mas para o pólo do FK5 com respeito ao pólo médio em J2000. Portanto o pólo do ICRS estava em acordo com o do FK5, dentro do erro do mesmo.

Um outro ponto das recomendações de 1991 era que a origem das ascensões reta do novo sistema estivesse no equinócio J2000. Tal condição foi implementada, uma vez que o eixo OX do ICRS foi definido pela adoção de 23 ascensões retas de fontes rádio (Arias e col., 1988) obtidas em catálogos de três diferentes instituições¹. Estes catálogos foram derivados fixando a origem das ascensões retas em 3C273B para o valor convencional FK4 (Hazard e col., 1971), transpassado para o sistema FK5/J2000 (Kaplan e col., 1982), $\alpha = 12^{\text{h}} 29^{\text{m}} 6,6997^{\text{s}}$. O deslocamento de $78 \pm 10\text{mas}$ para a orientação entre o equinócio dinâmico em J2000 e o eixo OX do ICRS foi determinado por Folkner e col. (1994), usando um método indireto de comparação entre os referencias terrestres VLBI e LLR e o referencial de orientação da Terra. Sabendo que a incerteza na origem das ascensões retas do FK5/J2000 foi estimada em 80mas (Fricke, 1982 e Schwan, 1988), foi possível afirmar que a origem das ascensões restas do ICRS estava em acordo com as do FK5/J2000, quando da estipulação do ICRS.

A adoção de direções baseadas em objetos extragalácticos como referencial inercial primário foi considerada por toda uma década pela IAU. Uma série de grupos de trabalhos foram organizados por várias comissões de Astrometria da IAU, sobretudo para estabelecer listas de objetos apropriados. Uma contribuição decisiva foi a formulação, pelo Working Group on Reference Systems (1988-1991), de um amplo conjunto de propostas que discutiu os conceitos fundamentais de referência de espaço-tempo e suas realizações. Durante o intervalo 1991-1994, o IAU Working Group on Reference Frames (WGRF) estabeleceu um conjunto de aproximadamente 600 fontes rádio que deveriam ser utilizadas para definir um sistema de referência celestial extragaláctico. Enquanto isso o IERS tinha iniciado e desenvolvido um processo operacional para manter o sistema de referência celeste. De 1994 a 1997, o WGRF concluiu sua longa preparação para a esperada adoção do ICRS, na Assembléia Geral da

¹ Goddard Space Flight Center (GSFC), Jet Propulsion Laboratory (JPL) e o National Geodetic Survey (NGS).

IAU de 1997, com uma recomendação de manutenção do International Celestial Reference Frame (ICRF) pelo IERS, assistido, é claro, por um conselho da IAU.

RESOLUÇÃO DA IAU DE 1997

Em sua 23^a Assembléia Geral, agosto de 1997, a IAU decidiu que:

_ A partir de 1 de janeiro de 1998, o sistema de referência celeste da IAU deveria ser o International Celestial Reference System, como especificado na resolução sobre sistema de referência de 1991 da IAU e como definido pelo International Earth Rotation Service;

_ O referencial fundamental correspondente deveria ser o International Celestial Reference Frame, construído pelo Working Group on Reference Frames da IAU;

_ O catálogo espacial Hipparcos deveria ser a realização primária do ICRS no comprimento de onda ótico;

_ O IERS e o IAU WGRF, ficariam encarregados de realizar medidas apropriadas para a manutenção do ICRF e sua correlação com referenciais em outros comprimentos de onda.

2.1 O International Celestial Reference Frame (ICRF)

Existe um grande número de dados de alta precisão em dupla frequência VLBI, os quais foram adquiridos por vários consórcios, para trabalhos geodésicos e astrométricos, durante um período de mais de quinze anos e a partir dos quais vários catálogos de fontes rádio foram construídos. O objetivo, conforme descrito abaixo, foi criar um catálogo definitivo para o ICRF usando os melhores dados e métodos de avaliação. Este trabalho foi o resultado de esforços desenvolvidos por um subgrupo da IAU, o WGRF, formado expressamente para este propósito.

O subgrupo adotou uma metodologia empírica na seleção de dados, análise, estimação de erros e categorização do resultado final. Isto é, caso a caracterização de uma fonte rádio, ou seja sua posição, como tratada na análise, fosse adequada para o uso desta como definidora, seria inteiramente devido aos dados VLBI e às análises destes e não a uma outra informação. Este método permitiu uma rigorosa seleção dos objetos definidores e uma verdadeira realização do ICRF como conjunto de posições relativas orientadas pelos eixos do ICRS (Arias e col., 1995).

Ressalta-se que as posições e características das fontes são deduzidas de um conjunto de dados particular, embora amplo, usando frequências específicas, certas redes de estações e um determinado intervalo de tempo. A física dos objetos rádio não é tão bem conhecida quanto a das estrelas rádio, portanto só se pode dizer com certeza o que estes objetos fizeram durante o período de observação. É sabido que alguns quasares passam a apresentar mudanças em suas estruturas e que isto pode alterar suas posições. Do conjunto de dados foi possível ver o que havia acontecido e levantar suspeitas, mas previsões teóricas não puderam ser tomadas. O melhor aspecto destes objetos e da astrometria de VLBI é que o nível de incerteza astrométrica é, no mínimo, melhor uma ordem de magnitude que medidas óticas de estrelas.

Devido à vasta maioria das observações terem sido feitas com propósitos geodésicos e, portanto, terem usado as fontes rádio compactas mais brilhantes, enquanto observações estritamente astrométricas constituem uma pequena porção do total, a informação de avaliação dos dados de VLBI para estas últimas tem grande variação. A metodologia empregada assume um comportamento ideal, isto é, referencial celeste com posições invariantes, a partir dos dados avaliados. Em alguns casos centenas de observações permitiram a descoberta de variações de posições estatisticamente significante. Para outras fontes somente pode-se ser dito que as variações das posições não são inconsistentes com suas medidas de incerteza. No final resultou uma classe de fontes rádio grande o suficiente, com observações suficientes e mínimas variações de posição.

Em resumo, procedendo de modo empírico, a realização do ICRF foi considerada somente uma das mais apropriadas, sendo melhor que as precedentes, mas não atingindo

a perfeição. Em muitos casos, não foi possível, dado o pequeno número de observações, tentar explicar a quantidade de posições discrepantes.

Foi considerado essencialmente que a realização do ICRF deveria emanar de simples análise, ainda que imperfeita, antes que de uma combinação de catálogos feita de várias soluções VLBI. Enquanto que vários catálogos recentes não são inconsistentes, exceto para poucas fontes discrepantes, uma combinação acarreta na perda de certas informações. A realização do ICRF é um conjunto de ascensões retas e declinações, mas a informação fundamental é um conjunto muito maior de posições relativas, cuja qualidade é representada em uma matriz de covariância. Uma típica combinação de catálogos não permite acesso a essa informação. Em adição, há extensiva redundância dos dados usados em algumas das análises VLBI. Em contrapartida, há diferenças em modelagem entre os diversos grupos e, por consequência, o entendimento dos erros sistemáticos de uma solução combinada não se dá de forma simples.

2.1.1 Critérios de definição do ICRF

Como foi visto, o WGRF partiu de uma coleção heterogênea de observações VLBI. Desta forma a sistematização do ICRF demandava o estabelecimento de critérios e categorias. Idealmente, uma fonte deveria não demonstrar variações em sua posição com respeito aos vários conjuntos de dados, ter dados suficientes para manter a ausência de variação posicional e não ter demonstrado inexplicáveis diferenças de posição entre realizações de validade equivalente (Ma e col., 1997). Vários níveis de qualidade poderiam ser estabelecidos para as 608 fontes constituintes do ICRF. Estes níveis foram estabelecidos em três conjuntos de critérios:

- 1) Qualidade dos dados e histórico observacional
- 2) Consistência de coordenadas deduzidas de subconjuntos de dados
- 3) Estabilidade da estrutura das fontes.

No intuito de qualificar a lista de fontes que foi usada para orientar o catálogo do WGRF com respeito ao sistema de referência do IERS, cada fonte foi testada quanto aos três conjuntos de critérios. Explicitamente, quanto ao critério 1, a fonte seria desqualificada se observada menos de 20 vezes, ou se as observações se estendessem

por um período de menos de 2 anos. As incertezas das coordenadas individuais, $\sigma_{\alpha\cos\delta}$ e σ_{δ} deveriam também ser menores que 1mas. No critério 2, a fonte deveria ser aprovada com base nos valores absolutos e na significância das diferenças de coordenadas entre os vários pares de comparação de catálogos¹. Após a aplicação de uma rotação global tridimensional, para colocar cada par de catálogos em sua melhor coincidência, se as diferenças entre catálogos excedessem a 0,5 mas ou a 3 σ em uma ou outra coordenada, a fonte seria desqualificada. Para o critério 3, três diferentes testes de estrutura deveriam ser satisfeitos. Primeiro, a fonte deveria demonstrar suficiente estabilidade para não apresentar variação de posição. Segundo, a média (valor absoluto) de correção de estrutura para delays de VLBI, baseados em mapas de estruturas assumidos válidos para todas as observações, não deveria ultrapassar a 10 ps (picosegundo). Finalmente, em ajustes subsidiários, que estimassem as taxas temporais de mudança em ascensão reta e declinação, a significância não poderia exceder a dois sigmas.

Alguns critérios que podem ser usados para identificar fontes problemáticas estão relacionados às suas estruturas internas e suas variações com o tempo. Se a estrutura varia com o tempo, seu centróide efetivo pode se mover. Mesmo com uma estrutura estática, as linhas de base e suas variações temporais de orientação podem induzir a um aparente deslocamento em suas posições. Um meio simples de tornar acessível a variabilidade temporal é estimar as taxas de mudança de ascensão reta e declinação com o tempo, isto é, movimentos próprios são explicitamente colocados como incógnitas nos ajustes. Um método equivalente, o qual também tem a virtude de ser sensível a uma mudança não linear com o tempo, é estimar um novo conjunto de coordenadas angulares para cada sessão de observação ou algum outro curto período de tempo. O primeiro método produz uma lista de fontes com movimento próprio aparente significativo. O segundo é usado para selecionar fontes cujas coordenadas não podem ser assumidas constantes no tempo.

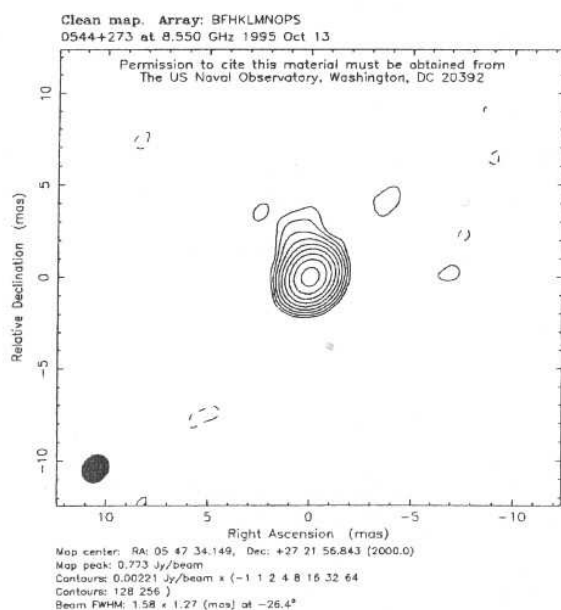
Uma avaliação mais direta dos efeitos de estruturas de fontes estendidas é dada pelo uso de mapas de fontes gerados externamente. No entanto, somente informações de estrutura para 42 fontes observadas por Fey, Clegg e Fomalont (1996) puderam ser usadas quando da construção do ICRF. Destas 42, somente duas (1308+326 e

¹ Levantamentos rádio.

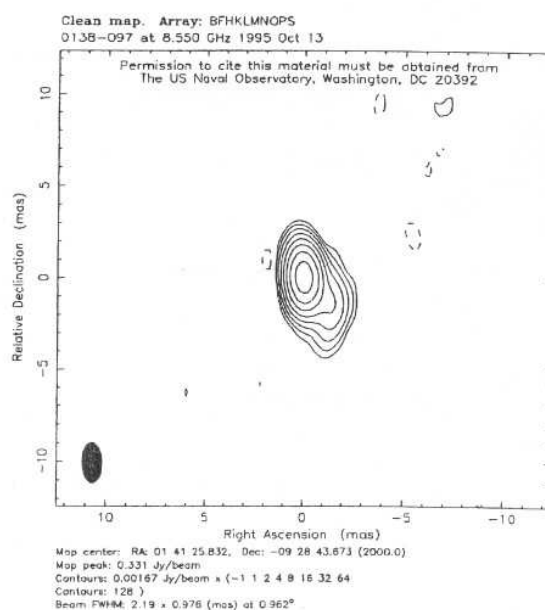
2145+067) estão na lista das 212 fontes definidoras do ICRF. Ressalta-se que enquanto a fração de fontes com mapas rádio era bem pequena, 42 das 608, o montante correspondente de observações VLBI envolvendo essas fontes é respeitável, cerca de 55% na época. Fazendo uma primeira aproximação de não variação temporal das estruturas rádio, correções para os delays de observações VLBI puderam ser calculados. A média dos valores absolutos das correções varia de poucos picosegundos, para os objetos mais compactos até vários nano-segundos para os objetos mais extensos. Após o término das análises do WGRF, mais fontes foram mapeadas e seus índices estruturais, baseados nas médias dos valores absolutos das correções, foram computados (Fey e Charlot., 1997). Para quatro fontes, 0153+744, 0518+165, 0831+557 e 1532+016, com posições estáveis e já incluídas na melhor classificação, foram achados índices de estrutura 4 na banda X. Contudo, as estruturas das três primeiras fontes parecem ser estáveis no tempo. Hoje, 392 fontes possuem índices estruturais determinados (Gambis, 2000), sendo que para mais de um terço das 212 fontes definidoras o índice de estrutura é superior a 1 (Fey e Charlot, 2000).

Estas circunstâncias ratificaram a escolha de um método empírico no trabalho de construção do ICRF pelo WGRF, bem como enfatizam a presente necessidade de novas observações e análise do comportamento destas fontes. Por outro lado, um catálogo completo e preciso de posições das contrapartidas óticas de fontes rádio, no referencial Hipparcos, é uma ferramenta importante para um cheque independente da robustez do ICRF.

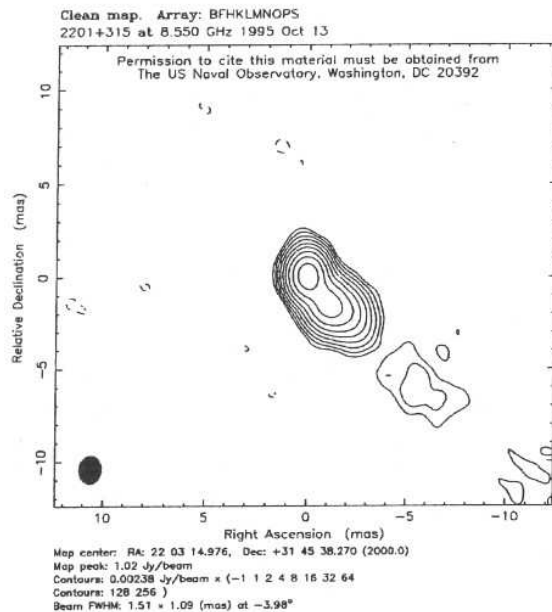
a) 0544+273



b) 0138-097



c) 2201+315



d) 0108+388

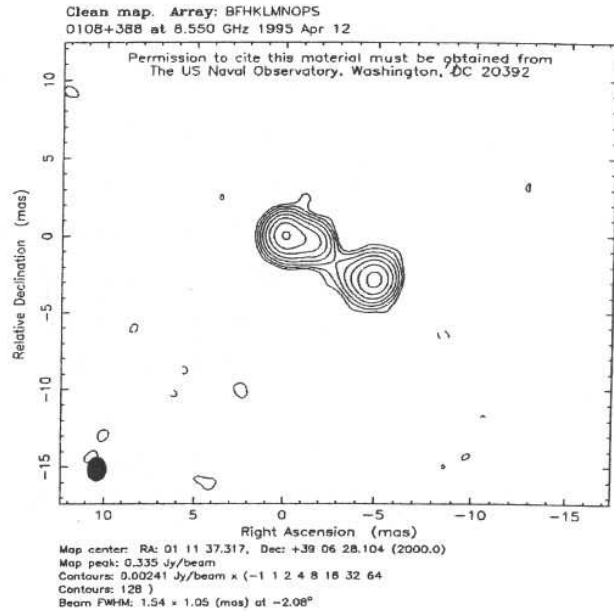


Figura 2.1: Figuras do contorno de rádio emissão a 4cm de comprimento de onda para quatro fontes.

As imagens a (índice 1), b (índice 2), c (índice 3) e d (índice 4) da figura 2.1 mostram fontes representativas de cada índice de classe estrutural. O índice da estrutura na banda X destas fontes é indicativo de cada classe. O índice de estrutura na banda S dessas fontes é 1, com exceção de 0108+388 que tem índice 2. Fey e Charlot (1997) sugeriram que fontes com índice estrutural na banda X igual a 1 devem ser consideradas fontes astrométricas muito boas; fontes com índice 2 na banda X, boas; enquanto que fontes com índice 3 devem ser consideradas marginais (e devem ser usadas com cautela); finalmente estes autores sugeriram que fontes com índice 4 na banda X não devem ser usadas por completo em trabalhos astrométricos.

Resumindo, os critérios arbitrados baseados nos dados, comportamento e estrutura de uma fonte, usados para rejeitar a mesma como definidora, foram:

- Erro formal de comprimento de arco > 1 mas;
- Menos de 20 observações;
- Tempo de observação inferior a 2 anos;
- Discrepância entre os catálogos maior que 3σ ou 0,5 mas;
- Estrutura excessiva;
- Movimento próprio aparente grande ou significativo;
- Fonte requerendo posição ajustada para cada sessão, “Fonte arco”.

Desta forma as fontes foram separadas em três categorias: 212 fontes definidoras, que passaram em todos os critérios, 294 candidatas que falham em alguns ou todos os critérios e 102 fontes com excessiva identificação de variação de posição, tanto linear quanto randômica. Algumas fontes candidatas têm poucas observações ou tempo de observação insuficiente para receberem a designação de definidoras, enquanto que outras com muitas observações mostram diferenças de posições entre os diversos catálogos rádio maiores que as esperadas. Fontes candidatas têm o potencial de se tornarem definidoras em futuras realizações do ICRF, à medida que mais dados sejam avaliados e análises realizadas. A terceira categoria, de fontes designadas “outras”, inclui fontes que se acreditava poderem ser usadas em propostas tais como ligação rádio-óptico. Enquanto somente as fontes definidoras têm uma função fundamental no ICRF, as demais posições apenas tornam o ICRF mais denso.

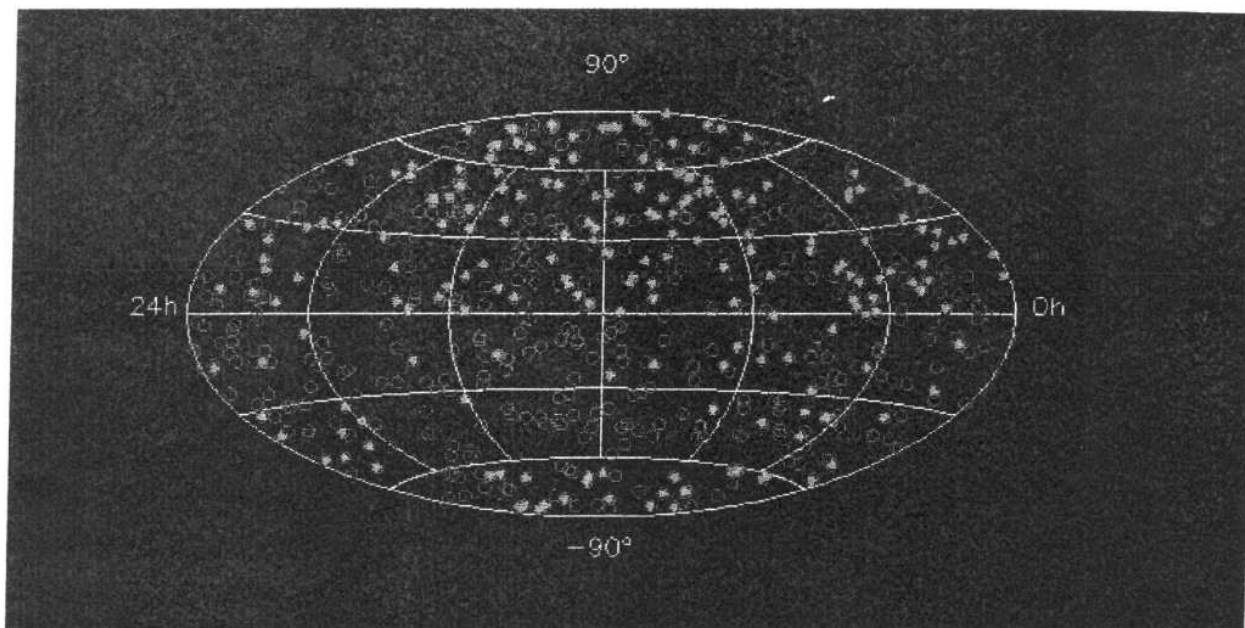


Figura 2.2: Distribuição no Céu de Todas as Fontes do ICRF.

Os círculos cheios representam as 212 fontes definidoras. Apenas 58 destas fontes estão no hemisfério sul, enquanto que as demais fontes estão igualmente distribuídas, sendo 56% destas fontes boreais.

Como já foi dito anteriormente, é de fundamental importância para diversas aplicações astronômicas, que se estenda o referencial rádio para o domínio ótico. Há algum tempo, trabalhos vêm sendo realizados neste sentido (Walter e West, 1986; Argue e col., 1984; Assafin e col., 1997B; Verón e Verón, 1996 e Costa e Loyola, 1997 e 1998). De forma recente, listas de posições mais precisas e mais completas, em relação às predecessoras, foram publicadas (Zacharias e col., 1999; da Silva Neto e col., 2000). Contudo, nenhuma lista elaborada conseguiu conjugar precisão e completeza para as posições das fontes definidoras do ICRF, muito menos para as posições ICRF como um todo. Uma das dificuldades é que as contrapartidas óticas das fontes que constituem o ICRF são pouco brilhantes. Menos de 3% tem magnitude menor que 15, enquanto que estima-se que 11% tem magnitude superior a 20. A maior parte (66%) tem magnitude entre 17 e 20 (Johnston e col., 1995).

Por princípio, o catálogo espacial Hipparcos é a realização primária do ICRS na banda ótica. Ele traz posições de 120.000 estrelas até a magnitude 12, com precisão de 1mas (Perryman e col., 1997). O referencial Hipparcos foi conectado ao ICRF, na época média 1991,25. Entretanto sistemas referenciais estelares são temporalmente dependentes, devido a imprecisões nos movimentos próprios. O referencial Hipparcos, por esta razão, pode ter uma rotação residual de até 1mas/ano.

2.2 O referencial ótico do ICRS

Com as resoluções de 1997 da IAU, o catálogo espacial Hipparcos passou a ser o referencial primário do ICRS no comprimento de onda ótico. Fruto das observações feitas com o satélite HIPPARCOS/ESA, assim como o Tycho-1, o catálogo Hipparcos define o Hipparcos Celestial Reference Frame (HCRF) e é constituído de um conjunto altamente preciso de posições, movimentos próprios, paralaxes trigonométricas e magnitudes para milhares de estrelas. O referencial Hipparcos (HCRF), como representação ótica do ICRS, está alinhado com o mesmo de 0,6mas para os eixos de orientação (x,y,z) na época J1991,25 e não apresenta variação temporal superior a 0,25mas/ano para esta orientação (Kovalevsky e col., 1997).

O satélite HIPPARCOS teve como principais características (Perryman e col., 1997) de suas observações:

- Através da observação espacial, os efeitos atmosféricos como seeing e refração diferencial foram suplantados;

- Visibilidade de todo céu permitindo uma ligação direta de todas as estrelas da esfera celeste;

- As duas direções de visada do satélite, separadas por um ângulo de 58°, resultando em uma rígida conexão entre observações quase instantâneas unidimensionais em diferentes partes do céu e determinações absolutas de paralaxe;

- A contínua varredura do satélite, provendo um uso ótimo do tempo de observação (cerca de 110 observações foram tomadas por estrela), o qual resultou em um catálogo com razoável homogeneidade de densidade estelar e uniforme precisão astrométrica;

- As várias configurações de scans geométricos para cada estrela, a diferentes épocas durante os três anos de duração do programa, resultaram em uma densa rede de posições unidimensionais, das quais as coordenadas baricentricas (α, δ), a paralaxe (π) e os movimentos próprios ($\mu_\alpha \cos \delta, \mu_\delta$) puderam ser solucionados através de uma redução por mínimos quadrados com as observações globais. Os parâmetros astrométricos, bem como seus erros e coeficientes de correlação, foram deduzidos neste processo.

As transformações de coordenadas, para a direção definida pelo equador e equinócio, foram feitas sob a ótica de coordenadas de espaço-tempo, caracterizadas por simetria esférica e métrica relativística geral heliocêntrica, na qual a deflexão da luz devido ao sol foi levada em conta. As direções foram calculadas usando efemérides terrestres VSOP 82/ELP 2000 (consistente com a DE200), combinadas com efemérides do satélite da missão providas pelo centro de operações (ESOC), com precisão de 1,5Km e 0,2 m/s. Por outro lado o sistema anterior de constantes da IAU (1976) foi usado para a redução. O tempo terrestre (TT) foi utilizado tanto para os resultados astrométricos, quanto para os fotométricos, sendo este último referido como tempo de chegada ao baricentro do sistema solar.

A época média adotada para o catálogo é J1991,25 , próximo a época média central de observações para cada estrela. O catálogo possui 118.218 estrelas cobrindo todo o céu, sendo completo para $V < 7,9 + 1,1 \sin |b|$ (onde b , é a latitude galáctica) das estrelas mais jovens que G5 e para $V < 7,3 + 1,1 \sin |b|$ das estrelas mais velhas que G5.

O objetivo do experimento Tycho (Hog e col., 1997) foi prover medidas astrométricas e fotométricas a dois comprimentos de onda para as estrelas mais brilhantes do céu. As medidas foram obtidas com o mapeador estelar do Hipparcos, um sistema aperiódico de fendas no plano focal dos telescópios do Hipparcos, designado inicialmente para determinar a atitude do satélite por observações de estrelas de posições conhecidas. A luz, ao passar pelas fendas, era separada por um espelho diócrono em duas bandas distintas (B_T e V_T) e gravadas como um contínuo de fótons por meio de dois tubos fotomultiplicadores.

O resultado final é um catálogo astrométrico e fotométrico de referência, completo para $V < 10,5$, com 1.058.332 estrelas cobrindo todo o céu: o catálogo Tycho, concluído em agosto de 1996, juntamente com o catálogo Hipparcos, para a época J1991,25.

As representações do HCRF efetivamente usadas durante esta tese de doutorado foram os catálogos ACT, Tycho-2, UCAC1 e USNO-A2.0.

- O ACT Reference Catalog (Urban e col., 1998a) contem posições e movimentos próprios, com suas respectivas estimativas de erros, para 988.758 estrelas distribuídas por todo céu. Estas posições e movimentos próprios estão no HCRF para época J2000.

As posições da segunda época foram retiradas da primeira versão do catálogo Tycho, o que limita a precisão posicional em 25mas. Já as posições de primeira época foram obtidas da re-redução do Astrographic Catalogue por estrelas Hipparcos (AC2000) (Urban e col., 1998b), o que proporcionou movimentos próprios com precisão de 3mas/a. Devido às posições da primeira época, seu sistema de movimentos próprios deve estar contaminado pelo spin do Hipparcos.

- O catálogo Tycho-2 (Hog e col., 2000) foi elaborado a partir de uma nova redução dos dados observacionais disponíveis para a confecção do Tycho-1. Nele podem ser encontradas posições e movimentos próprios para 2,5 milhões de estrelas no HCRF, época J2000. Quando comparadas as posições Tycho-2 e Hipparcos, temos para precisão posicional 32mas em α e 28mas em δ , a $V_T=10,5$. Para a determinação dos movimentos próprios deste catálogo, além da utilização do AC2000 como primeira época, também foram usadas posições de outros 143 catálogos astrométricos, reduzidos no HCRF, como épocas intermediárias. Isto proporcionou a determinação destes movimentos próprios a uma precisão estimada de 2,5 mas/a.

- O catálogo U.S. Naval Observatory CCD Astrograph Catalog 1 (UCAC1) (Zacharias e col., 2000) é uma versão preliminar do catálogo UCACII (Zacharias e col., 2001). Possui precisas coordenadas, movimentos próprios e magnitudes R para 27 milhões de estrelas no HCRF J/2000, somente em declinações sul. Sua precisão posicional varia entre 20mas ($R < 13,5$) e 70mas ($R < 16$), para a data das observações. A precisão de seus movimentos próprios é de baixa qualidade ($\mu < 35\text{mas/a}$), quando comparada à precisão dos dois catálogos comentados antes. Isto se deve, em grande parte, a utilização do USNO-A2.0 como primeira época. Por sua densidade, época média e precisão ele se constitui como uma das principais ferramentas usadas.

Devido à importância do USNO-A2.0 para o processo de redução a ser apresentado nesta tese, uma descrição detalhada do mesmo será apresentada no capítulo 6.

Capítulo 3

Efeito sistemático devido às estruturas rádio das fontes do ICRF

A variação temporal das estruturas rádio intrínsecas de muitas fontes extragalácticas pode resultar em movimentos aparentes, quando observações são feitas em várias épocas distintas. Adicionalmente, a variação na estrutura de fonte para fonte pode ser extrema, indo de objetos de núcleos compactos para fontes duplas compactas ou objetos complexos apresentando núcleos e jatos. Como agravante, há o fato de fontes rádio extragalácticas compactas apresentarem intensidade variável, diferentes picos para diferentes frequências, além da dependência temporal com suas estruturas intrínsecas.

A análise dos mapas rádio de visibilidade, nas bandas de 2GHz e 8GHz, das fontes que compõem o ICRF revela estruturas com amplitudes que podem chegar a uma dezena de mas, sendo que para mais de um terço das 212 fontes definidoras o índice de estrutura é superior a 1 (Fey e Charlot, 2000). Tal verificação nos mapas de visibilidade pode indicar, que para um número destas, a coincidência entre as posições nas bandas ótica e rádio têm uma corrupção em escala semelhante (da Silva Neto e col., 2002). No sentido de se evidenciar tal indicação, foi elaborado um estudo de como, e quanto, estruturas de tal magnitude podem acarretar em erro para os referenciais óticos do ICRS, quando da utilização direta das posições rádio do ICRF.

De posse dos índices de estrutura rádio publicados até o momento (Fey e Charlot, 2000), foi realizada uma comparação entre dois grupos: fontes com índices de estrutura 1 e 2, adequadas à trabalhos astrométricos (Fey e Charlot, 1997) e fontes com índices 3 e 4, não adequadas à trabalhos astrométricos. O veículo desta comparação foi a média algébrica das diferenças de comprimento de arco (Arias e col.,1988) entre as posições óticas e as posições rádio das fontes catalogadas, seja de forma direta ou pelo método de fonte-pólo. Para tal, foram utilizadas as três listas mais completas de contrapartidas

ólicas das posições do ICRF, Zacharias e col. (1999), da Silva Neto e col. (2000) e USNO-A2.0 (Monet e col., 1998). Lembramos que os principais conjuntos ótico e rádio, até o momento publicados, são respectivamente a lista de Zacharias e o próprio ICRF.

O parâmetro básico desta comparação é a média algébrica entre os comprimentos de arco (c) de pares de fontes comuns nos dois referenciais. O comprimento de arco c definido na esfera celeste e compreendido entre duas fontes é dado por:

$$c = 2 \operatorname{arcsen} \left(\frac{\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2}}{2} \right) \quad (3.1)$$

Onde (x_1, y_1, z_1) e (x_2, y_2, z_2) são co-senos diretores.

No método de fonte-pólo, cada fonte extragaláctica é tomada como pólo e a partir desta são determinados arcos de círculos máximos em relação às demais fontes, separadamente para cada referencial. Neste ponto, são calculadas as diferenças entre os respectivos arcos, rádio e ótico, entre duas fontes. Somente então, é computada a média algébrica destas diferenças, com designação da mesma para a fonte-pólo específica.

A figura 3.1 mostra as distribuições das médias algébricas das diferenças de comprimento de arco, método fonte-pólo, entre as posições óticas e rádio, para dois grupos distintos: fontes com índice de estrutura 1 e 2 (compacta) e fontes com índice de estrutura 3 e 4 (extensa).

As distribuições da figura 3.1 estão ordenadas no sentido das menores diferenças de arco médio para as maiores. Tal ordenação não foi feita de forma direta com todos os valores usados, uma vez que as duas amostras possuíam tamanhos diferentes. Foi necessário fazermos a seleção de dois conjuntos de tamanhos iguais (70 fontes), através de 70 sorteios aleatórios dos valores das diferenças médias possuídas para os dois conjuntos, extensas e compactas. Tal procedimento foi realizado 100 vezes, com o comportamento e os valores médios (tabela 3.1) de cada uma das distribuições achadas, bem semelhantes.

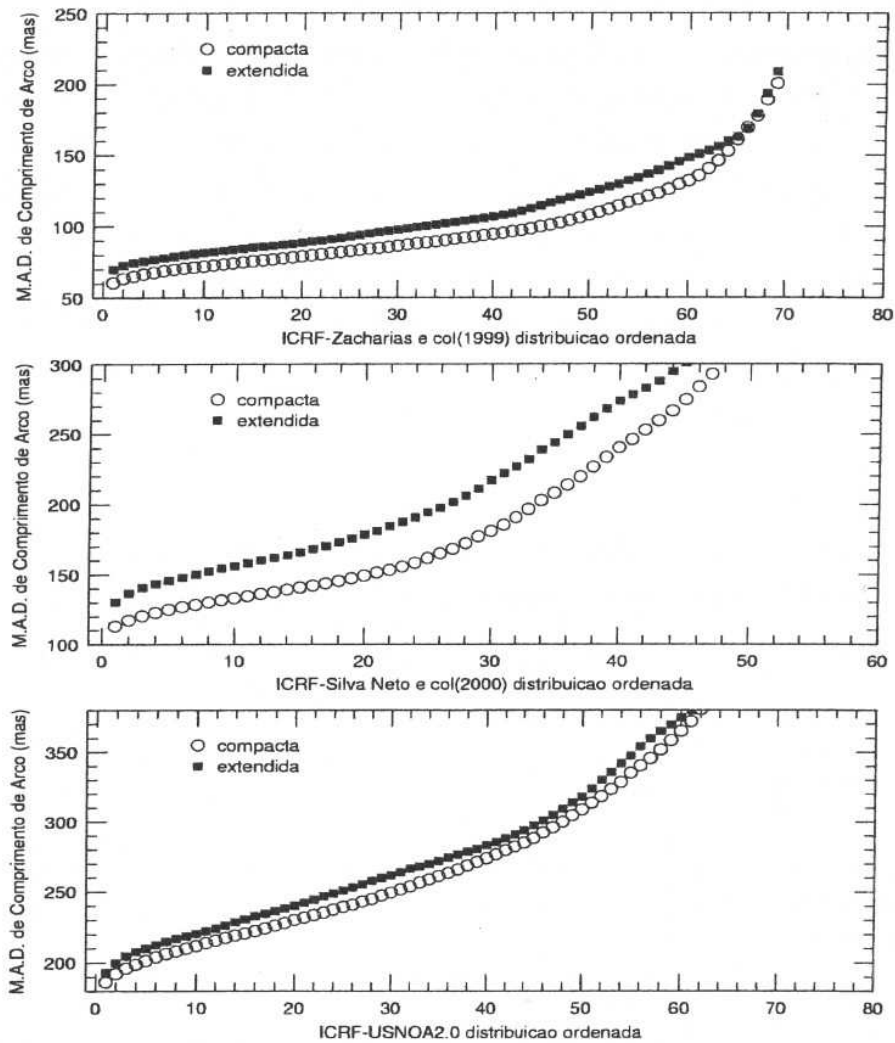


Figura 3.1: Distribuição das Médias dos Valores Absolutos das Diferenças de Comprimento de Arco. Método fonte-pólo. Comparação a partir das médias algébricas das diferenças de comprimento dos arcos calculados entre as posições óticas e dos arcos calculados entre as posições rádio das fontes de estrutura compacta (índice estrutural 1 e 2) e fontes de estrutura estendida (índice estrutural 3 e 4).

Na figura 3.1 podemos verificar, para as três representações, a nítida distinção entre fontes de estrutura compacta (índice estrutural 1 e 2) e fontes de estrutura extensa (índice estrutural 3 e 4). Esta distinção é da ordem de 10mas, como apresentada na comparação com a amostra de Zacharias e col. (1999). Tal resultado é evidenciado na tabela 3.1, onde são apresentados a média, o desvio padrão e a mediana da distribuição das médias algébricas das diferenças de comprimento de arco (método fonte – pólo). Além dos valores para toda distribuição, também são apresentadas as médias e os respectivos desvios padrão para cada terço da distribuição ordenada ilustrada na figura 3.1. Os valores da tabela evidenciam o fato de que fontes extensas, quando comparadas às compactas, apresentam uma maior separação da ordem de 10mas, entre as posições óticas e rádio das fontes do ICRF.

Tabela 3.1 Médias e desvios padrão da distribuição das médias dos valores absolutos das diferenças de comprimento de arco. Método fonte-pólo.

Comparação	Toda distribuição			1º terço		2º terço		3º terço	
	M	<>	σ	<>	σ	<>	σ	<>	σ
ZZHJVW X ICRF compactas	75,8	98,9 ± 3,7	30,8	72,4 ± 1,2	5,6	90,2 ± 1,2	5,6	134,1 ± 5,8	27,6
ZZHJVW X ICRF extensas	85,3	112,4 ± 4,3	36,2	82,3 ± 1,2	6,1	103,2 ± 1,5	7,3	153,2 ± 7,2	34,6

Todos os valores estão expressos em mas. ZZHJVW se refere à amostra de Zacharias e col. (1999). M se refere à mediana e <> à média das distribuições. Na primeira linha estão listados os valores referente à comparação para as fontes compactas, enquanto os valores referentes à comparação com as fontes extensas estão listados na segunda linha.

Uma segunda comparação, mais direta, pode ser feita para as médias algébricas das diferenças de comprimento entre os arcos tomados nos referenciais ótico e rádio para um dado par de fontes, tanto para as fontes compactas, quanto para as extensas. Este

cálculo mostrou que a média algébrica para as fontes extensas é maior $7,9 \pm 1,1$ mas, quando comparada à média algébrica para as fontes compactas. Isto pode ser interpretado como uma evidência de maior não coincidência entre os centróides ótico e rádio para o conjunto aqui denominado “extensas”.

Uma forma de ilustrar este resultado pode ser vista na figura 3.2, onde são apresentadas as distribuições dos valores absolutos das diferenças de comprimento de arco segundo as posições óticas (ZZHJVW) e rádio (ICRF), em uma ordenação da menor para a maior diferença, para as fontes compactas e extensas. Além das duas curvas a figura também mostra um gráfico do comportamento para a diferença entre as duas curvas.

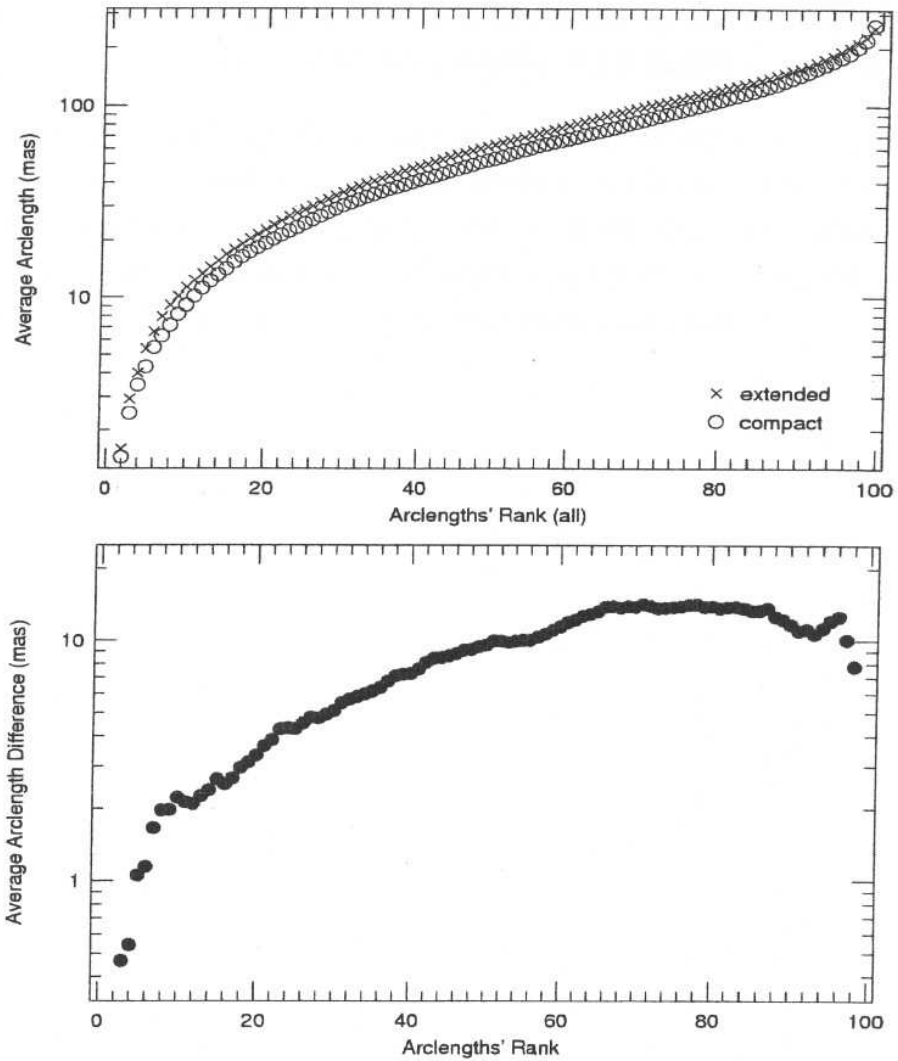


Figura 3.2: Distribuição dos valores absolutos das Diferenças de Comprimento de Arco. ZZHJVW contra ICRF. Comparação direta a partir das distribuições dos valores absolutos das diferenças de comprimento de arco segundo as posições óticas (ZZHJVW) e rádio (ICRF) das fontes de estrutura compacta e extensa.

Da figura 3.2, mais uma vez podemos verificar que as fontes extensas possuem sistematicamente maiores diferenças de comprimento de arco que as fontes compactas. Adicionalmente, é possível verificar que a diferença apresenta um crescimento desde 1mas até 14mas.

Como exercício, admitamos que as fontes extensas do ICRF realmente apresentem uma maior separação equivalente a 14mas entre suas posições óticas e rádio. Dada a linha de visada e o ângulo de orientação entre os centros, os valores das diferenças individuais irão variar de zero a 14 mas. Tendo isto em vista, foram feitas simulações de dois conjuntos de posições óticas, um com efeito sistemático de 14 mas (levando-se em conta a orientação) e outro sem tal efeito. Em seguida foram calculadas as diferenças entre os dois conjuntos. O resultado é apresentado no gráfico a direita da figura 3.3. Para facilitar a comparação, o gráfico da figura 3.2 está reproduzido a esquerda.

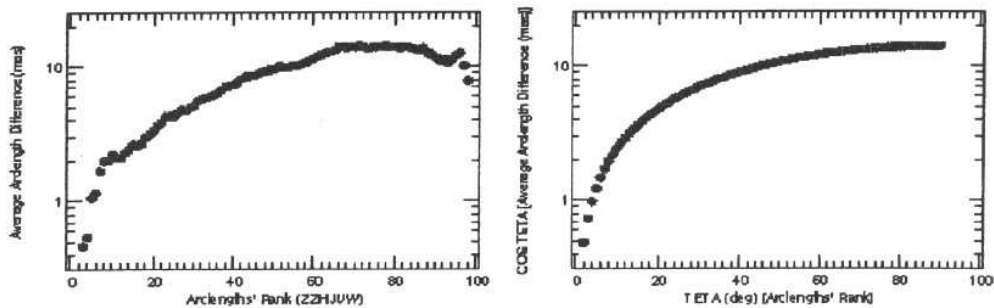


Figura 3.3: Diferenças das distribuições dos valores absolutos das Diferenças de Comprimento de Arco entre os dois conjuntos simulados e o ICRF. Comparação direta a partir das distribuições dos valores absolutos das diferenças de comprimento de arco segundo as posições óticas e rádio do ICRF. A direita, o resultado com os conjuntos simulados. A esquerda, a as diferenças das distribuições reais.

Podemos verificar da figura 3.3 que o comportamento apresentado na simulação, gráfico à direita, está em acordo com o comportamento evidenciado no gráfico à esquerda, obtido a partir dos conjuntos de dados reais.

Os resultados vêm confirmar que a distinção das diferenças de comprimento de arco entre as fontes de estrutura estendida e compacta é da ordem da dezena de mas. Tal valor é interpretado como decorrente das maiores estruturas observadas para as fontes de índices 3 e 4.

Portanto, se for orientado um conjunto de posições óticas ao ICRF, através da simples designação de uma contrapartida ótica do mesmo por sua posição rádio, poderemos estar incorrendo em um erro sistemático de até 10mas, se a fonte for do tipo estendida. Este resultado é de grande importância para a Astrometria moderna, uma vez que acreditasse em uma distinção entre os centros ótico e rádio de menor magnitude e em média comum a todas as fontes ICRF.

Maiores detalhes do trabalho de efeitos sistemáticos devido às estruturas rádio poderão ser verificados na publicação “A pattern of noncoincidence between rádio and optical positions of International Celestial Reference Frame sources”, da Silva Neto e col. (2002), a qual é parte integrante desta tese e é apresentada a seguir.

Tendo este fato em mente, podemos passar, após a leitura do artigo, a tratar do problema de determinação das contrapartidas óticas de fontes rádio extragalácticas.

A PATTERN OF NONCOINCIDENCE BETWEEN RADIO AND OPTICAL POSITIONS OF INTERNATIONAL CELESTIAL REFERENCE FRAME SOURCES

D. N. DA SILVA NETO,¹ A. H. ANDREI,¹ R. VIEIRA MARTINS,¹ AND M. ASSAFIN²

Received 2001 May 11; accepted 2002 April 10

ABSTRACT

Many of the International Celestial Reference Frame (ICRF) sources are not pointlike, as shown by the 2 GHz and 8 GHz radio maps. The size scale reaches up to a few tens of milliarcseconds for extended sources. Also, although the optical images are not resolved, the centers of emission are not necessarily coincident with the radio centroids. Here we search for indications of such noncoincidence. We divide the sources into two sets, extended and compact, according to the radio structure index given in the ICRF extension. The optical positions are from recent determinations, to obtain the highest precision and evenness of accuracy. The ICRF radio positions are of milliarcsecond precision or better. The average of the absolute values of the differences between the lengths of the optical and radio arcs joining pairs of sources taken within each of the sets is found to be about 7.9 mas larger for the extended sources than for the compact sources. This is interpreted as evidence of noncoincidence between the radio and optical centers, at least for the extended sources. Additional checks made with larger, different sets using the optical source positions from the USNO-A2.0 catalog support this conclusion.

Key words: astrometry — quasars: general — reference systems

1. INTRODUCTION

The International Celestial Reference Frame (ICRF) is the primary representation of the International Celestial Reference System (ICRS; Feissel & Mignard 1998). While, in a formal sense, it consists of 212 defining sources, the ICRF contains VLBI positions of 608 extragalactic radio sources, with precision at the milliarcsecond level or better, even though some of the nondefining sources (the so-called other sources) exhibit larger errors. The initial approach taken for its construction was to keep sources with invariant positions in the available observational data, although some sources with detectable invariance were analyzed in a different way. The majority of the observations were made for geodetic ends; therefore, the sources are generally radio-bright and compact.

Yet, for a resolving power at the level of milliarcseconds, most of the extragalactic sources exhibit structure in radio maps. These structures typically range from a few milliarcseconds up to 10 mas or more. While source structure and changing structure were noted as causes of error, a general assumption that the source positions do not vary except for arc sources was made (Ma & Feissel 1997). Moreover, the structure effects can be compensated for with mapping information (Fey & Charlot 1997). Fey & Charlot established a classification of sources based on their X-band (8.4 GHz) structure. According to this classification, sources with structure index equal to 1 or 2 are good astrometric sources, while those with structure index of 3 or 4 should be used with caution or not used at all. Of the 392 sources for which there exists a radio structure index in the more recent version of the ICRF, extension 1 (“ICRF-Ext.1”; Gambis 2000, p. 87), 163 show either an X or an S (2.3 GHz) index greater than 2.

For many astronomical purposes, an optical representation of the ICRS is also required. The *Hipparcos* Catalogue (ESA 1997) primarily supplies this representation, being oriented to the ICRS axes to better than 1 mas at its fundamental epoch (Kovalevsky et al. 1997). It consists of positions of stars up to 12th magnitude. Thus, a direct way to keep the *Hipparcos* system aligned toward the ICRS is by obtaining optical positions of ICRF sources in that system, through the use of fainter *Hipparcos* extension frames or realizations.

Once the above procedure is accomplished, a direct comparison between the optical and radio positions will yield a measure of the misalignment between the frames. For that, any noncoincidence of the optical and radio centers of emission is assumed to be insignificant. However, this is not necessarily true, particularly for sources with extended structure. The radio emission may come from regions apart from the core, with which the optical emission is associated. In this scenario, the absolute values of the differences between the lengths of the arcs joining either the optical or the radio centroids of a pair of sources should be larger for extended sources than for compact ones.

For the present work, we have searched for evidence of a noncoincidence between optical and radio centroids of ICRF sources with extended radio structure, as compared with compact sources. The Fey & Charlot structure index classification is used to indicate whether the ICRF source is compact or extended, in the radio band. The ICRF-Ext.1 gives the radio positions and contains the structure indexes. In the optical band, recent results from Zacharias et al. (1999) give precise positions for the optical counterparts of ICRF sources. Their list contains 327 sources, and they find the alignment toward the ICRF to be uncertain by a standard error of 3.9 mas per axis. Figure 1 shows the sky distribution of the sources used in the present work. Open and filled symbols are used for extended and compact sources, respectively.

¹ Observatório Nacional, MCT, Rua General José Cristino 77, 24280-410 São Cristóvão, Rio de Janeiro, RJ, Brazil; dario@on.br.

² Observatório do Valongo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Ladeira Pedro Antônio 43, 20080-090 Rio de Janeiro, RJ, Brazil.

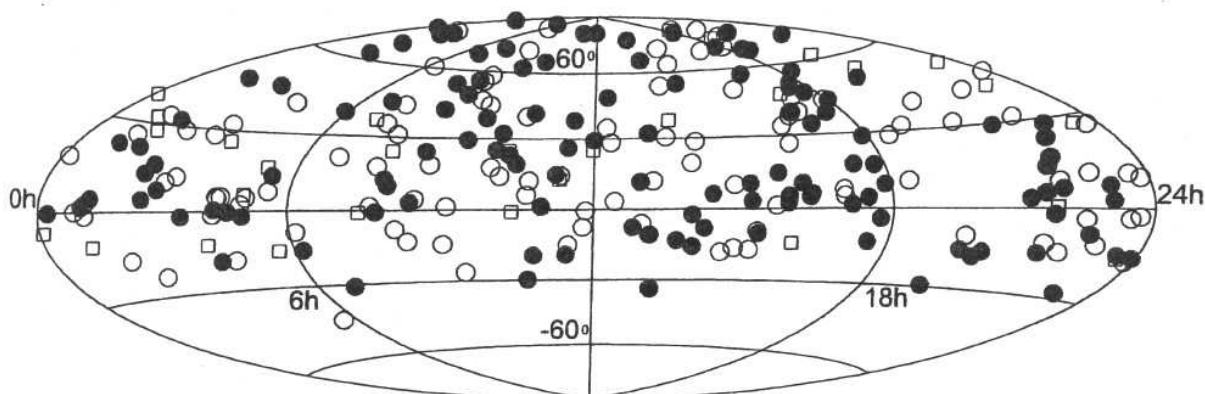


FIG. 1.—Sky distribution of the compact and extended sources. Filled points correspond to compact sources, and open points correspond to extended sources. Circles are for the Zacharias et al. (1999) list, squares for USNO-A2.0 catalog sources that do not belong to the Zacharias et al. list.

To investigate different realizations of the radio reference frame, Arias, Feissel, & Lestrade (1988) used the arc lengths between pairs of sources in common. The arc-length method has the advantage of being able to separate variations in the global orientation of the frames from zonal warps or single-source discrepancies. Later, Li & Jin (1995) used absolute arc-length differences between pairs of sources to single out discrepant sources from two radio frames. Here a variant of these methods will be employed to investigate whether extended and compact sources form different subsets with respect to the coincidence of optical and radio positions.

In the next section, the characteristics of the ICRF-Ext. 1 as regards the radio structure index are presented. In § 3, the radio and optical comparisons are shown. Simulated optical position distributions are also tested to support the significance of the statistical results in the actual comparisons. In § 4, for independent comparison, optical positions extracted from the USNO-A2.0 catalog are analyzed in the same way as in the previous section. Finally, in § 5 supplementary optical-versus-optical comparisons are made with these sets of positions, and a comparison between the ICRF and the Radio Optical Reference Frame (RORF) is also described. The conclusions are summarized in the final section.

2. RADIO AND OPTICAL POSITIONS

The ICRF is the main realization of the ICRS, based on a general solution for all applicable dual-frequency 2.3 and 8.4 GHz Mark III VLBI data (Ma et al. 1998). Since structure indexes are fundamental to the present investigation, the 1999 ICRF extension is used in this paper. It contains 667 sources, 212 of them being defining sources. For 392 of these sources, of which 164 are defining ones, there is a determination of the structure index. Throughout this paper, sources with structure indexes less than or equal to 2 are regarded as “compact,” while “extended” sources are those with structure index greater than 2. Following Fey & Charlot (2000), and the practice adopted for the ICRF and the RORF, the X-band structure index is used.

The ICRF-Ext.1 positional accuracies for the compact and the extended sources are equivalent at the 1 mas level. Table 1 lists the averages and scatter (as the corresponding standard deviation) of the formal errors for the 389 sources

with structure indexes. A subdivision is made, distinguishing between defining and nondefining sources. For defining sources, the average errors amount to less than 0.5 mas and are very similar for both compact and extended sources. Even for nondefining sources, which have been observed less than defining ones, the difference between the compact and the extended sources’ average errors is smaller than 0.5 mas. Note that the largest average error of the set, found for extended, nondefining sources, is only 1.3 mas. For the sake of homogeneity, three candidate sources (0355+508, 1413+135, 2223–052) that present compact structure in the X band but extended structure in the S band were excluded.

The connection between the ICRF, or another extragalactic radio reference frame, and optical frames can be directly established via positional determination of the optical counterparts of the radio sources. Such a determination is difficult because of the faintness of the optical counterparts. This means that sets of faint stars, for which there is usually no knowledge of the proper motions, have to be used as intermediary steps. This process limits the accuracy that can currently be achieved in the connection.

Presently the most accurate set of optical positions of ICRF sources is given by the Zacharias et al. (1999, hereafter Z99) list. The positions of the ICRF sources’ optical counterparts were obtained from CCD direct imaging at the 0.9 m KPNO (north) and CTIO (south) telescopes, taken respectively with the Hamburg astrograph and the US

TABLE 1
ICRF-EXT.1 POSITION ERROR CHARACTERISTICS

Sample	N_s	$\langle \epsilon_\alpha \rangle$	σ_{ϵ_α}	$\langle \epsilon_\delta \rangle$	σ_{ϵ_δ}
All sources, compact	229	0.7	2.9	0.6	1.1
All sources, extended	160	0.9	2.1	1.0	1.9
Defining sources, compact	109	0.4	0.2	0.4	0.2
Defining sources, extended	55	0.4	0.1	0.5	0.2
Nondefining sources, compact	120	0.9	4.0	0.9	1.5
Nondefining sources, extended	105	1.1	2.6	1.3	2.3

NOTE.—Mean errors (ϵ) and their scatter (σ) are given in milliarcseconds for the different classes (sets) of ICRF-Ext.1 sources. N_s is the number of sources in the class. Compact sources are defined by X-band structure indexes of 1 or 2, while indexes 3 and 4 define the extended sources.

TABLE 2
OPTICAL-MINUS-RADIO POSITION DIFFERENCES

OPTICAL SAMPLE	SOURCES	AVERAGE (mas)		
		$\Delta\alpha \cos \delta$	$\Delta\delta$	$[(\Delta\alpha \cos \delta)^2 + (\Delta\delta)^2]^{1/2}$
All-sky	327	-1.6 ± 3.8	$+49.3 \pm 3.9$	90.8 ± 3.5
Compact	127	$+4.4 \pm 5.3$	$+38.2 \pm 6.5$	80.2 ± 5.6
Extended	107	$+7.7 \pm 7.2$	$+45.3 \pm 6.1$	91.0 ± 5.7

NOTE.—The radio positions are from the ICRF-Ext.1. and their optical counterparts' positions are from Z99.

Naval Observatory astrograph. The astrometry is referred to secondary stars and was reduced via *Hipparcos* stars. The list contains positions for 327 extragalactic sources, at the 50 mas level. The mean value of the radio-to-optical displacement is slightly above 50 mas per coordinate, with a maximum reaching up to 300 mas, aside from one source that was removed in order not to bias further analysis.

In Table 2, the average optical-minus-radio differences are listed. A significant zero-point displacement is seen in declination. This all-sky average value was removed from the Z99 declinations for the developments starting in the next section. Apart from this, the original positions, without the preliminary kinematic corrections, are used throughout. It is interesting to note, as suggested from Figure 1, that the sources for which there is no structure index are mostly southern (95%). The limited observational opportunities in that region could have led to a fortuitous selective process by which sources not sufficiently resolved would still be retained. This would allow for an intrinsically larger proportion of extended sources as a consequence, in comparison with other, better covered regions of the sky.

3. ARC-LENGTH COMPARISONS

Inspection of Table 2 reveals that the averages for the extended sources are larger in absolute value than those for the compact sources. This impression becomes clearer when one examines the values combined in quadrature. The difference is not statistically conclusive, but it suggests a selective effect distinguishing between compact and extended sources. Ancillary evidence also appears when the MAALD method (Li & Jin 1995) is used to compare the optical and radio (ICRF) frames. The proportion of extended sources found to be discrepant is always larger than that of compact sources. The top 10%, 20%, and 50% values, both with and without removing the largest 5%, were tested. The distinction is clearer when the Z99 list is used rather than the USNO-A2.0 catalog, because of the noise from the position errors. On the other hand, no difference is found when the two optical frames are compared, or when the optical-to-radio frame comparison tests defining versus nondefining ICRF sources.

Determination of the noncoincidence between the optical and radio centroids for extended sources is complicated by its random nature and by the limited available sets of compact and extended sources. Yet, examples of poor correspondence between the optical and radio centroids are found in sources where the stationary radio core component is weak or absent but where strong jets appear, sometimes even so as to mimic proper motions.

Using the differences between optical and radio arc lengths helps to overcome these difficulties. In the method's most straightforward version, the length of the great-circle arc joining two given sources is measured using both the radio and the optical positions. The absolute difference between the two measurements is computed. This process is performed for all possible nonrepeated pairs, within the compact-sources set and within the extended-sources set. This was done using the ICRF-Ext.1 and the Z99 positions. Figure 2 shows that the distributions of the optical-to-radio arc-length differences for the two sets follow normal curves very well. A little less than 2% of each population lies outside the $\pm 2.5 \sigma$ limits. The compact sources' distribution is more symmetric and exhibits a smaller standard deviation than the extended sources', by 6 mas for the two estimators. On the other hand, since the set of compact sources is the more extensive, the largest absolute values appear for it. The figure also shows the absolute arc-length difference distributions. As expected, they are smooth, and the extended sources' distribution is noisier and broader. The average values of the absolute differences were computed for the extended sources and also for the compact sources.

This was done both with and without weighting the optical positions, with and without eliminating outliers, and by considering all of the sky and the northern and southern parts. The differences between these averages, in the sense extended minus compact sources, are presented in Table 3. The average values of the extended- and compact-source distributions are also given in the table. In order to account for the influence of errors in the Z99 positions, absolute arc-length difference computations were weighted in three ways: by the epoch difference between the reference stars and the source images, by the number of reference stars, and by the formal errors given in Z99. The results are presented separately for the entire sky and for the northern hemisphere, where the most structure indexes for this source sample are available. The unweighted difference between the extended and the compact sources' distributions is found to be 7.9 ± 1.1 mas. All computed averages are systematically larger for the extended sources as compared with the compact. The southern hemisphere results appear to follow this tendency but are statistically insignificant.

Figure 3 shows that the absolute values of the arc-length differences for the extended sources are consistently larger than those for the compact sources. In the top panel, the distributions for the extended and the compact sources are shown. Since the distributions are of different size, each was divided into 100 bins. The bins are ranked in ascending order, and each bin's average is plotted against its rank. With ranked bins, vertical cross sections of the plot compare equivalent parts of the compact- and extended-source sets. The extended sources stand above the compact ones. It can therefore be said that on average they show larger absolute arc-length differences along the range of optical-to-radio differences found. In the bottom panel, the difference between the two distributions is plotted. The absolute arc-length differences for the entire sky, with outlier elimination and without weighting, were used to produce this panel. The order is kept from the top panel. An upper limit appears, close to 14 mas. Beyond it, the average values of the bins, corresponding to the largest absolute arc-length differences, tend to become irregular and fall, which may imply larger errors in the optical positions. Large position errors, whether for the extended or the compact sources,

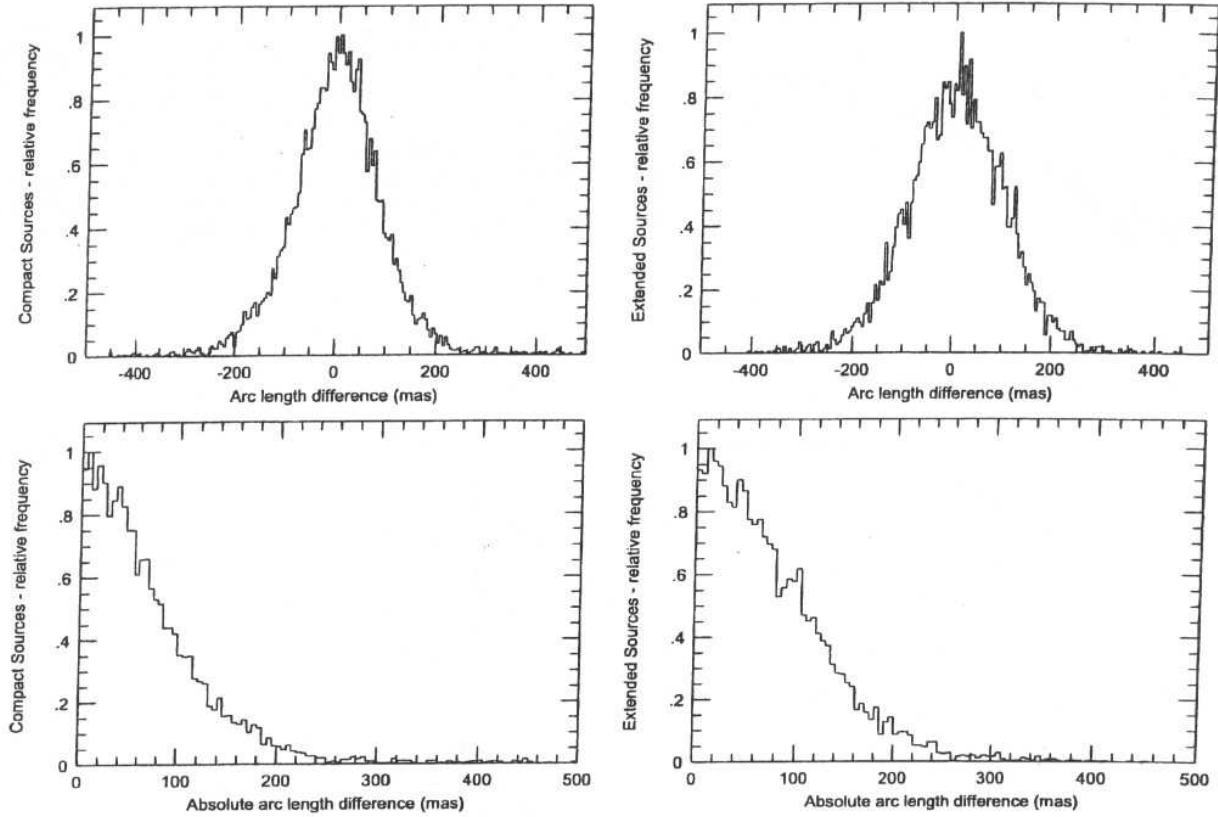


FIG. 2.—Distribution of optical-to-radio arc-length differences (*top*) and of the absolute arc-length differences (*bottom*), for the compact sources (*left*) and for the extended sources (*right*).

could be such as to efface a systematic pattern of differences. Incidentally, for the last two bins the difference between the extended and the compact samples declines. Since the distributions are alike (see Fig. 2), this can be ascribed to a greater probability of finding larger values among the set of com-

compact sources simply because of its larger size. At the other end, the points corresponding to the lowest ranks show very small differences. This indicates that not only for compact sources, but also for the extended ones, are there sources for which the optical and radio positions agree well. More spec-

TABLE 3
AVERAGE ABSOLUTE ARC-LENGTH DIFFERENCES FOR EXTENDED AND COMPACT ICRF SOURCES

SOURCE	WEIGHTING BY (mas)							
	No WEIGHT (mas)		Δ Epoch ^a					
	All	2.5 σ	All	2.5 σ	No. Stars ^b		Z99 Error ^c	
	All	2.5 σ	All	2.5 σ	All	2.5 σ	All	2.5 σ
All-sky:								
Extended	77.4 \pm 0.8	73.8 \pm 0.7	76.0 \pm 0.7	73.6 \pm 0.7	73.5 \pm 0.6	70.3 \pm 0.6	64.3 \pm 0.7	61.7 \pm 0.7
Compact	69.5 \pm 0.7	64.4 \pm 0.6	63.5 \pm 0.5	59.8 \pm 0.5	64.5 \pm 0.7	60.3 \pm 0.4	58.7 \pm 0.6	55.2 \pm 0.6
Δ	7.9 \pm 1.1	9.4 \pm 0.9	12.5 \pm 0.9	13.8 \pm 0.9	9.0 \pm 1.0	10.0 \pm 0.7	5.6 \pm 0.9	6.5 \pm 0.9
North:								
Extended	79.7 \pm 1.1	75.9 \pm 1.0	79.0 \pm 1.0	76.4 \pm 0.9	74.2 \pm 1.0	71.2 \pm 1.0	66.7 \pm 0.9	64.2 \pm 0.8
Compact	70.6 \pm 0.9	65.6 \pm 0.7	62.3 \pm 0.7	59.4 \pm 0.7	62.8 \pm 0.8	58.5 \pm 0.8	59.3 \pm 0.7	56.3 \pm 0.6
Δ	9.1 \pm 1.4	10.2 \pm 1.2	16.7 \pm 1.2	17.0 \pm 1.1	11.4 \pm 1.2	12.7 \pm 1.2	7.4 \pm 1.2	7.9 \pm 1.0

NOTE.—Absolute arc-length difference averages, and their difference in the sense extended minus compact sources. The averages are computed with and without weighting the optical positions, with and without eliminating outliers (2.5 σ cutoff), and by considering the entire sky and the northern half. The results are for ICRF sources with known structure index and optical position given in Z99.

^a Epoch interval between the reference stars and the source images from Z99.

^b Number of reference stars from Z99.

^c Optical position errors given in Z99.

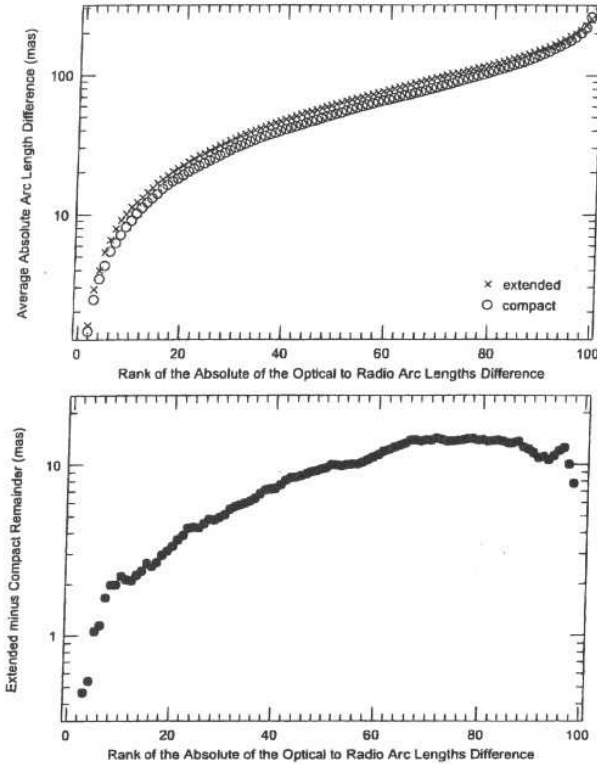


FIG. 3.—Binned distributions of optical-to-radio absolute arc-length differences, for the extended and compact sources, and their difference in the sense extended sources minus compact. To produce the top panel, the optical-to-radio absolute arc-length differences, either for the extended (*crosses*) or compact (*circles*) sources, were sorted in ascending order and grouped into 100 bins. The plot matches the rank of the bin against its average value. For the bottom panel, the values of the ordered bins are subtracted, in the same rank order. The bins corresponding to the extended sources have 81 points each, and those corresponding to the compact sources have 114.

ulatively, the sinelike slope of the increasing trend could be suggestive of a distribution of position angles of the structures relative to the observer's line of sight.

To verify whether the sky location of the sources was an issue for the results, two tests were applied, using the straightforward absolute arc-length difference method. First, the radio-to-optical coordinate offsets for the compact sources were added to the radio positions of the extended sources to form an artificial set of compact-source optical positions. The converse scheme formed dummy optical positions for the extended sources. This test was applied on 100 different draws of the offsets onto the positions. The average extended-minus-compact difference for the dummy sets was 10.5 ± 1.4 mas (and 11.3 ± 1.2 mas, removing the 2.5σ tails). Second, the 667 positions from the ICRF-Ext.1 were drawn out in artificial compact and extended 100-source samples. The corresponding optical positions were formed by adding at random real coordinate offsets from the compact- and extended-source sets. Again 100 trials were made, and the result was 7.8 ± 1.2 mas (8.8 ± 1.0 mas, removing the 2.5σ tails).

To check whether the differences found are products of the method, simulated compact and extended sets were

formed. In a first simulation, fake optical positions were derived from the real ICRF positions by adding noise with a Gaussian distribution to the compact- and extended-source sets. The mean and standard deviation were taken from the original Z99 list. Then the method was applied to the simulated sets, following the same steps as for the real ones. Here no difference was found between the simulated compact and extended sets, either for the average of 100 simulations (0.3 ± 0.9 mas) or when removing values higher than 2.5σ (0.1 ± 0.6 mas). In a second simulation, the optical positions were derived from the real ICRF positions by adding the same noise distribution as before, plus or minus an offset varying between 10 and 30 mas picked up from a uniformly distributed random number generator routine, for the extended sources only. Again, the method was applied to these simulated distributions, and now the random offsets give rise to a segregation between the two sets. The limits (10 and 30 mas) were intentionally adjusted to match the real-data results. The systematic difference, in the sense extended minus compact, appears for the average of 100 simulations (7.5 ± 0.9 mas) and when removing values larger than 2.5σ (8.2 ± 0.6 mas). To the limit of these simple models, the simulations indicate that the systematic differences found for the real sets are not produced by the method. They thus seem to be a consequence of a pattern intrinsic to the data.

Further segregation of the real compact and extended absolute arc-length difference sets into nondefining and defining sources does not affect the characteristic of the results. The differences still are larger for extended sources in both cases. The nondefining-source distributions consisted of 66 compact and 74 extended sources, and the difference is 7.3 ± 1.8 mas. The defining-source distributions consisted of 61 compact objects but only 33 extended sources. Although more limited in scope, this comparison has a consistent difference of 7.2 ± 3.2 mas.

It is noteworthy that after separating the distributions of absolute arc-length differences into defining and nondefining sources without regard to structure, the difference is barely significant (-1.0 ± 0.9 mas). This result indicates that the intrinsic structure of the source plays a more significant role than the status of the ICRF position in the radio-to-optical comparisons made.

4. COMPARISON BETWEEN THE ICRF AND USNO-A2.0 LISTS

The simulations and countertrials indicate that systematic differences approaching 10 mas follow a pattern when the sources are segregated between compact and extended radio structures. To further check out this systematic difference, we have compared the ICRF-Ext.1 against another list of optical counterparts' positions. It comes from the USNO-A2.0 catalog (Monet et al. 1998), which contains positions for 452 ICRF sources. This catalog was made from a high-precision astrometric and photometric reduction of plates from the Palomar, SERC, and ESO surveys. The positions are referred to the ACT catalog. The standard deviation for the optical-minus-radio differences of the ICRF sources is 217 mas, matching well the catalog's formal errors.

A systematic difference about a declination of -20° , where the boundary between its constituent surveys is located, is reported by Assafin et al. (2001) for the USNO-

TABLE 4
OPTICAL-MINUS-RADIO POSITION DIFFERENCES: USNO-A2.0

USNO-A2.0 SAMPLE	SOURCES	AVERAGE (mas)	
		$\Delta\alpha \cos \delta$	$\Delta\delta$
All-sky	426	+41.8 ± 08.8	+51.0 ± 09.0
North	305	+81.9 ± 10.0	+87.1 ± 10.0
South	121	-59.1 ± 14.3	-39.9 ± 16.5
Compact	167	+70.9 ± 13.7	+83.7 ± 13.1
Extended	121	+77.3 ± 15.9	+85.2 ± 16.7

NOTE.—Average optical-minus-radio differences from the USNO-A2.0 catalog. All averages refer to the ICRF-Ext.1 radio positions. The boundary between north and south lies at $\delta = -20^\circ$ (see text).

A2.0 right ascensions and declinations. In Table 4, the average optical-minus-radio differences for USNO-A2.0 are listed. North-south (relative to $\delta = -20^\circ$) discrepancies are evident from Table 4, well above the standard errors. To avoid large values in the absolute arc-length difference comparisons, corrections based on the average values of the table have been applied for $\Delta\alpha \cos \delta$ and $\Delta\delta$ to both the northern and southern USNO-A2.0 sets.

Overall, the optical-minus-radio differences present a Gaussian-like distribution. A threshold of 3 times the distribution's standard deviation was applied to the USNO-A2.0 samples in the analysis of the compact and extended sources.

With the systematic coordinate shifts and the 3σ threshold enforced, straightforward application of the absolute arc-length difference method again reveals larger means for the set of extended sources relative to the set of compact sources (7.6 ± 2.2). The value so obtained is less significant than that resulting from the Z99 list. This is not surprising, since the accuracy is also poorer for the USNO-A2.0 list. A slightly more significant value is obtained when the sources beyond 2.5σ are eliminated: 7.6 ± 2.0 .

The same behavior for the absolute arc-length differences, in the sense extended sources minus compact, is found here as in the comparison relative to the Z99 list of optical positions. As expected, the curve produced is less regular, since the optical errors are larger in this case, but an upper limit close to 15 mas reappears.

Simulated optical sets, made as in the previous section, generate the same kind of results as before. Gaussian-distributed noise (with mean and standard deviation taken from the USNO-A2.0 optical-minus-radio differences) was added to the ICRF positions to generate a fake optical set. Application of the absolute arc-length difference method yields an extended-minus-compact source average of -0.5 ± 0.8 mas. Next, with random offsets varying between 0 and 30 mas added to the fake set of extended sources, the difference obtained is 4.7 ± 0.8 mas; removal of values larger than 2.5σ yields a difference of 5.1 ± 0.5 mas.

5. OTHER COMPARISONS

The optical position errors do not distinguish between compact and extended sources at radio wavelengths. In fact, ICRF extragalactic radio sources are not resolved in astrometric optical observations from the ground. The source images appear as pointlike objects resembling field stars, regardless of their radio structure indexes. Besides, most of

them are very faint optical objects ($m_V \geq 19$). This creates difficulties in tying the observed source into the *Hipparcos* system. In general, the accuracies achieved depend on the telescopes used and on the epochs of observation of the source and the reference stars (da Silva Neto et al. 2000). Because of this, the individual precisions of the optical counterpart positions may vary widely. However, the optical position errors are not systematic with respect to the source structures in the radio band, being equally present for both compact and extended samples. Since the differences between compact and extended distributions found for the Z99 and USNO-A2.0 sets match reasonably well around 7 mas, and since they are not artificial responses of the method, either the pattern is real or it is caused by unpredicted systematic errors in the optical positions that act upon extended radio sources only.

The first assumption is supported by a direct absolute arc-length difference comparison between the two optical lists, Z99 and USNO-A2.0, distinguishing two distributions, based solely on the radio structure, of compact and extended sources. Here the extended-minus-compact source average is found to be 2.6 ± 3.8 mas. Therefore, no segregation is found between compact and extended sources when only optical positions are compared. Since the observational and data reduction procedures were completely different for the two optical lists, the hypothesis of unpredicted systematic errors in both sets of optical positions becomes less probable.

Although the difference found between the sets of radio and optical absolute arc-length differences for compact and extended sources varies with the size of the radio structures, it is too large to be due to errors in the radio positions of extended sources. This can be seen from the error averages listed in Table 1. In order to fully discard this hypothesis, a comparison between the ICRF and another precise radio realization of the ICRS would be required.

There is no such other independent realization. A comparison made against the RORF (Johnston et al. 1995) shows that the median and average position differences between compact and extended absolute arc-length difference distributions, defining or nondefining, are smaller than 1 mas. This result, however, lacks statistical significance because of the high degree of correlation between the ICRF and the RORF.

6. CONCLUSIONS

Current theory indicates that the centers of quasars should be seen quite closely together at optical and at radio wavelengths. Nonetheless, we present results to the effect that there is a systematic pattern of noncoincidence between the optical- and radio-measured positions for extended radio sources.

It is commonplace to assume the centroids coincident for many astrometric purposes. Yet, in this paper we found indications that support the notion of noncoincidence between the radio and optical centroids for a statistically relevant set of ICRF sources. In the sample examined, the average of the optical-to-radio absolute arc-length differences is found to be larger by about 7.9 mas for the extended sources relative to the compact sources. The errors in the radio positions are too small to produce such a difference. Two different lists of optical positions (from Zacharias et al. 1999 and from the USNO-A2.0 catalog), with completely

different error budgets, give rise to similar differences. Simulated sets indicate that purely Gaussian-like errors would not produce such a difference, nor would it be produced by the sources' sky distribution. Such a difference suggests a pattern of noncoincidence between the optical and radio centroids. Here, the term "extended" designates those sources exhibiting radio structures in the X band higher than 2, according to the Fey & Charlot (1997) classification. Similarly, compact sources are those with structure indexes equal to or smaller than 2.

In this context, special care will be required for linking the radio and optical frames by using extragalactic radio sources for the astrometric space missions of sub-milliarc-second accuracy that are planned for the near future. Radio structure effects must be accounted for, and source selection may also play an important role.

We thank Professor N. Bartel for his valuable comments on the final version. We acknowledge the use of data from the USNO-A2.0 catalog.

REFERENCES

- Arias, E. F., Feissel, M., & Lestrade, J.-F. 1988, *A&A*, 199, 357
 Assafin, M., Andrei, A. H., Vieira Martins, R., da Silva Neto, D. N., Camargo, J. I. B., Teixeira, R., & Benevides-Soares, P. 2001, *ApJ*, 552, 380
 da Silva Neto, D. N., Andrei, A. H., Vieira Martins, R., & Assafin, M. 2000, *AJ*, 119, 1470
 ESA. 1997, *The Hipparcos and Tycho Catalogues* (ESA SP-1200) (Noordwijk: ESA)
 Feissel, M., & Mignard, F. 1998, *A&A*, 331, L33
 Fey, A. L., & Charlot, P. 1997, *ApJS*, 111, 95
 ———. 2000, *ApJS*, 128, 17
 Gambis, D., ed. 2000, *IERS Annual Report 1999* (Frankfurt: Verlag Bundesamts Kartogr. Geod.)
 Johnston, K. J., et al. 1995, *AJ*, 110, 880
 Kovalevsky, J., et al. 1997, *A&A*, 323, 620
 Li, J., & Jin, W. 1995, *A&A*, 303, 276
 Ma, C., et al. 1998, *AJ*, 116, 516
 Ma, C., & Feissel, M., eds. 1997, *Definition and Realization of the International Celestial Reference Frame by VLBI Astrometry of Extragalactic Objects* (IERS Tech. Note 23) (Paris: Obs. Paris)
 Monet, D. G., et al. 1998, *USNO-A2.0: A Catalog of Astrometric Standards* (Washington: US Nav. Obs.)
 Zacharias, N., Zacharias, M. L., Hall, D. M., Johnston, K. J., de Vegt, C., & Winter, L. 1999, *AJ*, 118, 2511 (Z99)

Capítulo 4

Métodos para obtenção de coordenadas óticas de fontes rádio extragalácticas

A diferença entre as magnitudes da maioria dos objetos extragalácticos ($V > 19$) e das estrelas dos catálogos que representam diretamente o HCRF ($V < 11$) apresenta um valor substancial. Além deste ponto, há o agravante de que estes catálogos de referência não são densos o suficiente para fornecer um número mínimo necessário de pontos fiduciais em campos de $5' \times 5'$, que é o tamanho típico dos campos obtidos pelos telescópios, médio e longo foco, capazes de imagear tais objetos extragalácticos. Devido a estes motivos, torna-se necessária a utilização de campos de estrelas de magnitude intermediária, campos de estrelas secundárias ou campos secundários, para fazer a conexão entre as posições estelares astrométricas (referencial primário) e as contrapartidas óticas das fontes rádio extragalácticas.

Na prática, primeiro se conecta o referencial primário (HCRF), ao referencial secundário e este, já orientado, ao campo do objeto alvo. Uma forma de se fazer isto é via método clássico de redução de placa (Smart, 1977; Green, 1985), no qual as coordenadas medias (x, y) e as coordenadas padrão (X, Y), provindas das projeções gnomônicas das coordenadas equatoriais (α, δ) das estrelas de um dado catálogo (lista) de referência, são usadas para a obtenção das coordenadas equatoriais do objeto alvo.

O método pode ser expresso por uma relação polinomial entre as coordenadas medidas e as coordenadas padrão, onde os coeficientes são denominados constantes de placa:

$$X = \sum_{i=0}^{i=m} \sum_{j=0}^{j=m-i} a_{ij} x^i y^j \quad (4.1)$$

$$Y = \sum_{i=0}^{i=m} \sum_{j=0}^{j=m-i} b_{ij} x^i y^j$$

Para a determinação das constantes de placa (a e b), é formado um sistema de equações lineares, na forma de (4.1), com cada estrela medida dando origem a duas equações. O sistema pode ser resolvido por mínimos quadrados. Obtidas as constantes de placa, podem ser derivadas as coordenadas celestes de qualquer objeto medido, pelas relações inversas. Sejam estas posições, as das estrelas secundárias, sejam as próprias coordenadas óticas das fontes extragalácticas.

É evidente que a qualidade da solução obtida vai depender da quantidade de estrelas, da sua distribuição e do grau do modelo empregado em comparação com os termos corretivos necessários. Também é evidente que a qualidade da solução vai depender da verossimilhança das coordenadas padrão e das coordenadas celestes. Erros em qualquer dos grupos de coordenadas, implicam em erros nas constantes de placa, levando a erros nas coordenadas celestes obtidas.

4.1 Construção de campos secundários

Não há uma forma única de se obter posições de campos secundários. As duas vias mais usadas atualmente são a obtenção de posição a partir de imagens óticas observadas e a extração de posição, com posterior correção, de catálogos densos.

4.1.1 Campos secundários obtidos a partir de observação

Poucos trabalhos de qualidade astrométrica relevante, que fizeram uso desta metodologia, podem ser encontrados. Isto, em especial, devido ao elevado custo financeiro e de tempo necessários para tal projeto. A utilização de astrógrafos, ou de um outro instrumento de foco curto necessário para este método, é limitada devido à sua baixa resolução, que aumenta os erros de medidas de origem acidental. Isto, conjugado com a pequena sensibilidade luminosa das placas, dá origem a erros sistemáticos de medida em função da magnitude, os quais podem ser encontrados com diferentes intensidades em outros detectores. Mesmo assim, aplicando-se as correções necessárias,

as quais serão mais bem exemplificadas nos parágrafos seguintes, as observações de campos secundárias em astrógrafos constituem a forma mais precisa para a obtenção de posições estelares de tais campos, até hoje publicadas. Além disto, esta abordagem possibilita a obtenção de campos secundários em data próxima à data do campo do objeto alvo. Este procedimento vem minimizar a importância do quase que total desconhecimento dos movimentos próprios das estrelas secundárias. Um terceiro aspecto não menos importante, é a construção de catálogos com novas ou inéditas posições precisas de estrelas secundárias.

O melhor exemplo deste tipo de abordagem pode ser visto em Zacharias e col. (1999), onde posições óticas para 327 fontes rádio extragalácticas foram determinadas ao nível de 50 mas. Esta publicação de Zacharias e seus colaboradores é resultado de mais de uma década de trabalho (de Vegt & Gehlich, 1978, 1982; Johnston e col., 1988). Sendo fruto da colaboração entre o U.S. Naval Observatory (USNO) e o Hamburger Sternwarte¹, se constitui em um dos mais precisos trabalhos na área de conexão entre o referencial ótico e o rádio. Em vista disto, vale a pena nos estendermos um pouco mais na descrição deste trabalho.

Para o projeto mencionado no parágrafo anterior, as posições de estrelas secundárias foram obtidas em campos astrográficos de um grau quadrado, com uma variação de magnitude V entre 10 e 14 (de Vegt e col., 2001). Para o Hemisfério Norte, foi usado o astrógrafo de Hamburgo (ZA), que no estado da arte de 5 elementos de lente a uma razão focal $f/9$ provê campos maiores que 5 graus quadrados. Já para o Hemisfério Sul, foi usado o astrógrafo duplo USNO de 0,2 m, localizado em Black Birch (Nova Zelândia), que com 4 elementos de lentes na banda passante do amarelo (BY) a uma razão focal $f/10$, fornece campos de 5 graus quadrados. Ambos os telescópios têm um comprimento focal de 2 m e operavam em uma banda passante visual de 500 a 580 nm, com a emulsão Kodak 103aG e uma pequena distorção ótica de terceira ordem menor que $0^{\circ},04/\text{grau}^3$. Foram usadas grades de difração de magnitude 6^2 com o intuito de controlar possíveis erros sistemáticos dependentes da magnitude. As exposições foram tomadas com um tempo de aproximadamente 15 min, a um seeing de $2''$ ou melhor e

¹ Universität Hamburg.

² Uma grade de difração, cujo espaçamento entre os elementos é tal que difrata estrelas brilhantes. Ou seja, o tamanho da imagem tem que ser da ordem do elemento da grade.

não mais de 1h do meridiano local de observação. Para cada campo, foram obtidas tipicamente 4 placas, sendo duas destas com o telescópio a cada lado do pilar, de forma a compensar efeitos de assimetria da ótica e de flexão do tubo.

Todas as 1880 placas dos 398 campos observados nos dois instrumentos foram medidas, em Hamburgo, com uma máquina automática HAM-I (Winter e col., 1992) a uma precisão de aproximadamente $0,8 \mu\text{m}$ ($0'',1$) de medida (Zacharias e col., 1994). O referencial usado para a redução foi o catálogo Hipparcos, o qual teve todas suas estrelas com $V \geq 7$ também imageadas para a primeira ordem de difração. Com estas posições (x,y) medidas em Hamburgo, as coordenadas tangenciais (ξ,η) foram obtidas segundo um modelo de redução de placa de 8 constantes (4.2), com parâmetros separados para os termos linear ortogonal e não ortogonal:

$$\xi = ax + by + c + ex + fy + px^2 + qxy \tag{4.2}$$

$$\eta = -bx + ay + d + fx - ey + pxy + qy^2.$$

Previamente a redução, as medidas foram corrigidas por um termo de distorção ótica de terceira ordem. Sendo este inferior a 30mas, foi determinado em investigação piloto para cada instrumento. Todas as medidas foram corrigidas por refração, aberração, precessão e nutação para a data individual de cada placa. Uma possível equação de magnitude devido aos erros residuais de guiagem, óticos e atmosféricos, foi obtida usando a diferença $(D_0 - D_1)$ das posições como obtidas das imagens de difração de primeira ordem (D_1) em relação às imagens centrais (D_0) , advindas das observações realizadas com a grade de difração para as estrelas de referência brilhantes. Uma relação linear foi adotada para modelar estas diferenças e as posições de todas as estrelas de programa foram corrigidas de acordo com suas respectivas magnitudes.

Por fim, as coordenadas das estrelas secundárias foram obtidas por médias ponderadas das posições individuais de cada placa. O erro interno médio destas coordenadas é de aproximadamente 50mas e tem uma dependência em função da magnitude (Figura 4.1 – Fig.5 de deVegt e col, 2001).

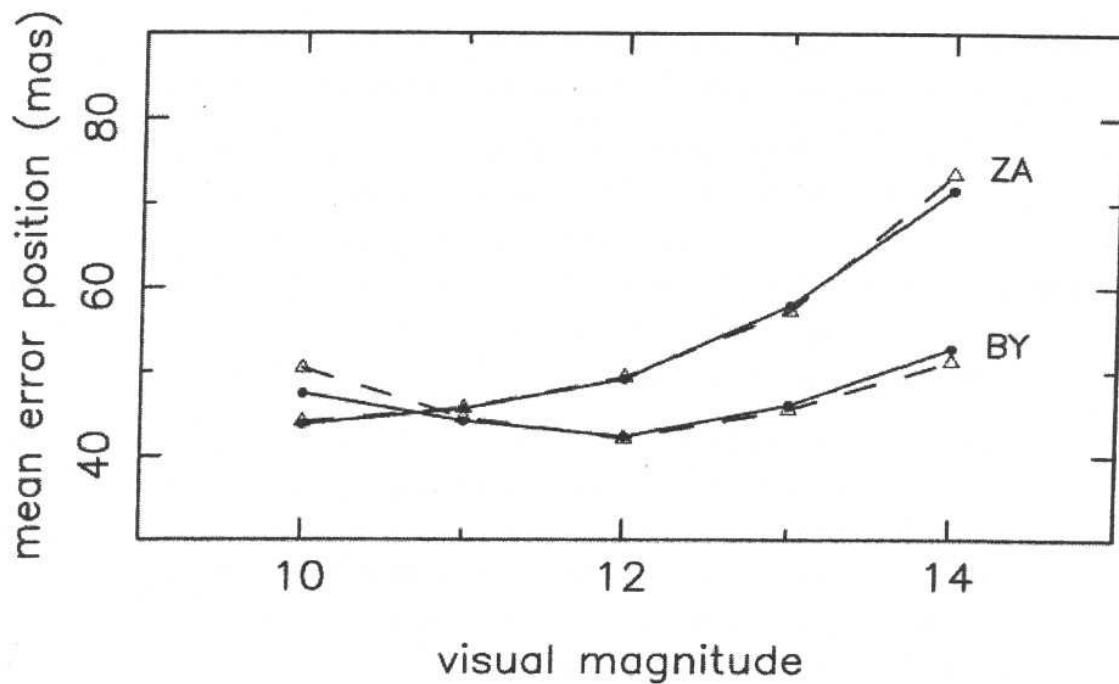


Figura 4.1: Erro médio de uma posição de catálogo como função da magnitude. Reproduzido de deVegt e col. (2001, figura 5).

Na figura 4.1, os círculos nas linhas cheias representam os erros relativos às ascensões retas, enquanto que os triângulos nas linhas tracejadas referem-se às declinações. ZA representa os dados obtidos com as observações no astrógrafo de Hamburgo e BY representa os referentes ao astrógrafo de Black Birch.

4.1.2 Campos secundários obtidos de catálogos densos.

Trabalhos que levam em conta catálogos densos como fonte de campos secundários, para a determinação de posição ótica de objetos extragalácticos, também são encontrados em número restrito, sendo o motivo para isto a relativa contemporaneidade destes catálogos. O primeiro catálogo desta linha foi o Guide Star Catalog (Lasker e col., 1990). O GSC 1.1 é um catálogo de posições estelares muito denso, cerca de 340 estrelas por grau quadrado, mas com uma imprecisão posicional que pode superar o

segundo de arco. Hoje este catálogo já se encontra em sua versão 2.2 (STScI, 2001) com uma densidade de 7020 objetos por grau quadrado e uma precisão típica de $0''{,}3$.

Em verdade, a maior parte dos trabalhos que seguem esta metodologia foi desenvolvida aqui mesmo, no Brasil, e leva em conta a técnica de redução local (Assafin e col., 1997). A técnica de redução local, utilizada pelo nosso grupo de pesquisa, consta da correção de um catálogo denso por um catálogo astrométrico preciso através de um polinômio de terceiro grau completo em uma região de $4^\circ \times 4^\circ$ (maiores detalhes podem ser vistos adiante).

As grandes vantagens desta abordagem são o baixo custo financeiro e a baixa demanda de tempo, quando comparada à abordagem anterior, haja vista a não necessidade de observação dos campos secundários. Esta abordagem também permite obter resultados competitivos em programas para os quais não se dispõe de observações específicas dos campos secundários. Um outro aspecto vantajoso é a oportunidade de refinar a qualidade astrométrica das posições destes catálogos densos, permitindo a utilização destas posições corrigidas em trabalhos astrométricos de qualidade elevada. Dentre as desvantagens desta abordagem está a obrigatoriedade de se trabalhar em uma data pré-fixada para os campos secundários, o que pode acarretar, e normalmente acarreta, em grandes diferenças temporais entre o imageamento do campo secundário e o do objeto alvo. Além disto, tal viés combinado com erros residuais que possam permanecer após a correção destes catálogos densos tendem a fornecer uma menor precisão posicional quando comparada com as precisões obtidas com o método anterior.

O mais completo exemplo para este tipo de abordagem pode ser visto em da Silva Neto e col. (2000), onde foram determinadas 315 posições óticas de fontes do ICRF, dentre as quais 176 eram definidoras deste referencial. As imagens foram obtidas do Digitized Sky Survey (DSS), uma vez que este alcança aproximadamente a vigésima magnitude. O referencial secundário foi dado pelo GSC, que por sua vez foi corrigido por catálogos astrométricos mais precisos, os catálogos ACT, Hipparcos e Tycho.

O GSC é baseado em uma coleção de placas Schmidt, que cobrem todo o céu, sendo as placas norte advindas do Quick V survey, com época média em 1982. Os campos sul são oriundos do UK SERC J survey, cuja época média é 1975, além de sua extensão equatorial que tem época média em 1982.

Para a confecção do Quick V survey foi usado o telescópio Oschin, que é um Schmidt de 1,2m do Observatório Palomar. A mesma configuração de placas de $6^{\circ},4$ quadrados, com uma área central de $6^{\circ} \times 6^{\circ}$, fornecendo estreitos overlaps de $0^{\circ},4$ – como no original National Geographic Society-Palomar Observatory Sky Surevey (NGS-POSS) – foi usada para cobrir todas as regiões centradas de $+90^{\circ}$ à $+6^{\circ}$. Uma banda passante V foi usada e exposições de 20 min foram feitas em emulsão do tipo IIA-D. Quase todas as placas deste levantamento foram observadas entre 1982 e 1984. Já o UK SERC J survey é formado por placas J observadas com o telescópio Schmidt de 1,2m do UK SERC em Siding Spring, Austrália. As placas cobrem campos de $6^{\circ},4$ quadrados com uma área central de $5^{\circ} \times 5^{\circ}$, tal que amplos recobrimentos de $1^{\circ},4$ provêm oportunidades significativas para o controle e a estabilidade das soluções fotométricas e astrométricas. O conjunto filtro-emulsão utilizado é o Schott GG395 com a emulsão Kodak IIIa-J, formando a chamada banda passante J ou B_j^1 . O tempo de exposição foi de 60 a 70min e a maioria das placas SERC foi observada de 1975 a 1980.

A precisão interna em uma dada coordenada do GSC reflete-se no desvio padrão em relação às posições dos catálogos astrométricos utilizados, podendo ser vista na tabela 4.1. Contudo podem ser encontradas diferenças individuais de até $1''$. Estes valores dependem da declinação e da posição das estrelas nas placas que geram estes catálogos. Tais valores por si só impeliam a necessidade de uma correção prévia do GSC.

¹ Banda passante de amplitude de 1500 \AA centrada em 4500 \AA

Tabela 4.1 Comparação entre os campos GSC(1.1) original e os catálogos de referência

	ACT	Hipparcos	Tycho
$\langle\sigma_\alpha\rangle$	0",37	0",58	0",50
$\langle\sigma_\delta\rangle$	0",23	0",37	0",33
N	112	45	143

Onde $\langle\sigma\rangle$ é o desvio padrão médio das diferenças entre o GSC(1.1) original e os catálogos astrométricos, para um conjunto comum de 289 campos corrigidos. N é o número médio de estrelas comuns, entre o GSC e os catálogos astrométricos, usadas para corrigir estes campos GSC.

A correção local realizada com o GSC (versão 1.1) se dava em uma região de $4^\circ \times 4^\circ$ centrada na posição rádio da fonte do ICRF. Esta correção consistia em um ajuste polinomial de terceiro grau no plano tangente, entre as coordenadas das estrelas comuns do GSC e dos catálogos de referência (catálogos astrométricos que representam o referencial primário). Durante o processo de correção, as estrelas com o mais alto resíduo entre as posições do GSC corrigido e dos catálogos de referência eram removidas uma a uma, e os ajustes repetidos até que o resíduo atingisse um patamar máximo de 0",25 para o ACT e de 0",5 para o Hipparcos e Tycho. A correção ACT foi a de melhor resultado. Ao final do processo, foram obtidas coordenadas do GSC corrigidas, por estes três catálogos, com as precisões descritas na tabela 4.2. No caso da correção com o ACT, foi possível aceitar um resíduo máximo de 0",25, uma vez que o número de estrelas úteis, 112 em média, era suficiente para fornecer uma boa correção do GSC1.1. Isto se deu devido a precisão dos movimentos próprios do ACT e a não elevada razão entre o número de estrelas ACT e o número de estrelas GSC1.1 nos campos usados.

Tabela 4.2 Comparação entre os campos GSC(1.1) corrigidos e os catálogos de referência

	ACT	Hipparcos	Tycho
$\langle\sigma_{\alpha}\rangle$	0",102	0",196	0",246
$\langle\sigma_{\delta}\rangle$	0",096	0",179	0",229
N	112	45	143

Onde $\langle\sigma\rangle$ é o desvio padrão médio das diferenças entre o GSC(1.1) original e os catálogos astrométricos, para um conjunto comum de 289 campos corrigidos. N é o número médio de estrelas dos catálogos de referência usadas para corrigir os campos GSC(1.1).

4.2 Utilização de catálogos astrométricos densos como referencial primário

Com o desenvolvimento técnico empregado no ramo da Astrometria, tal como máquinas automáticas de precisas medidas de placas, está se vendo nestes últimos anos o surgimento de uma nova geração de catálogos astrométricos [GSC 2.2, USNO-B1.0, UCACII] com densidade e precisão suficiente para se obter posições óticas de objetos extragalácticos de forma direta em campos de dimensões compatíveis com as de um CCD, ou seja, sem a utilização de campos secundários.

Na publicação de Fienga e Andrei (2002), foram determinadas 38 posições óticas para fontes do ICRF, segundo os referenciais dos catálogos USNO A2.0 e GSC 2.2, que é uma versão preliminar do catálogo GSCII, sendo constituído de 455.851.237 objetos para as magnitudes limites de 18,5 em F e 19,5 em J. As observações usadas nesta publicação foram realizadas como telescópio de 1,2m do Observatório de Haute Provence, França. Tal instrumento, com uma matriz CCD de 1024 X 1024 pixels a uma

escala de $0'',68/\text{pixel}$, fornece campos de 134 minutos quadrados. A identificação dos objetos foi feita com um procedimento automático de extração (Alard, 2002). A redução astrométrica foi realizada com o programa PRIAM (Fienga e col., 2003), o qual utilizando o GSC 2.2 como catálogo de referência fornece uma precisão típica (desvio padrão) de 135mas para as posições óticas de fontes do ICRF. Tal resultado nos permite antecipar a qualidade do GSCII, um catálogo quase tão denso quanto o USNO A2.0 e de qualidade astrométrica superior.

Em Assafin e col. (2003), um conjunto de 172 posições óticas de fontes do ICRF é apresentado. As estrelas de referencia usadas foram obtidas de uma versão preliminar da segunda versão do USNO CCD Astrograph Catalog (UCACII). O projeto UCAC (Zacharias e col., 2000) se iniciou em 1998 e a cobertura completa do céu está prevista para terminar em 2003. O produto final irá conter aproximadamente 60 milhões de estrelas entre as magnitudes 8 e 16, com precisão posicional variando entre 20mas e 70mas. Para esta publicação, as imagens óticas foram obtidas em um telescópio Cassegrain de 0,9m no CTIO, onde o CCD Tek II de 2Kx2K pixels, fornecia campos de $12' \times 12'$, com o filtro de costume para a banda passante UCAC (579 – 642 nm). Os centros (x,y) das imagens foram determinados por ajustes gaussianos bidimensionais de simetria esférica. De posse das posições (x,y) medidas e das coordenadas UCAC¹, um ajuste de placa polinomial de 6 parâmetros foi aplicado para a determinação das coordenadas óticas das fontes extragalácticas. Tal determinação se deu a uma precisão típica (desvio padrão das diferenças O – R) de 30mas, sendo que somente para dois objetos a diferença entre a coordenada obtida e a coordenada ICRF excedia a 150mas. Este resultado, a este nível de precisão, vem qualificar o UCACII como uma das melhores ferramentas a ser utilizada pela comunidade astrométrica mundial, quando o mesmo estiver disponível.

Sabedores dos prós e contras de cada método descrito anteriormente e levando-se em conta a disponibilidade dos meios, tomamos por decisão utilizar o método descrito no Item 4.1.2 para obtenção de posições óticas de fontes do ICRF, visando avaliar a eficiência do método de redução em relação às condições presentes nos dias de hoje. Para isto, foi necessário encontrar um novo candidato para fonte de referencial

¹ Em média 39 estrelas UCACII eram encontradas por campo observado

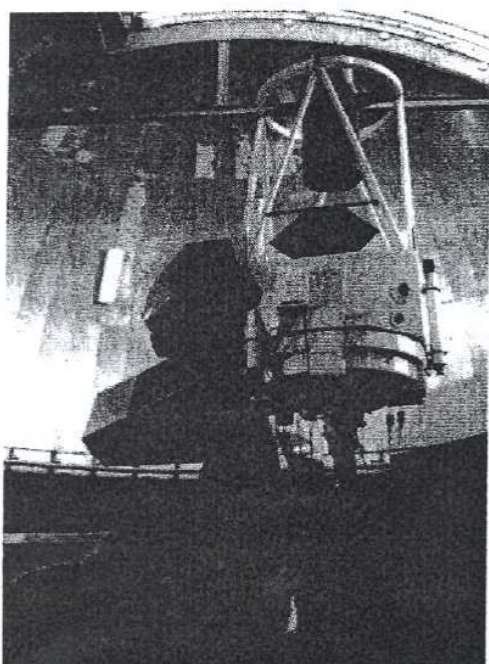
secundário disponível, que estivesse mais de acordo ao nível de precisão e as ferramentas necessárias para a determinação de posição de contrapartidas óticas de objetos extragalácticos no presente. Tendo em vista que a precisões nominais do USNO-A2.0 (Monet e col., 1996) e do GSC2.2 são respectivamente $0'',22$ e $0'',30$ e que os seus levantamentos formadores são praticamente os mesmos, optamos pela utilização do USNO-A2.0 como referencial secundário neste trabalho de tese.

No próximo capítulo será apresentada a sistemática de obtenção das contrapartidas óticas das fontes extragalácticas, bem como das imagens das estrelas secundárias do USNO-A2.0, além da qualidade do conjunto destas imagens dos campos CCD do LNA.

Capítulo 5

As contrapartidas óticas das fontes rádio extragalácticas

Para a obtenção das imagens das contrapartidas óticas das fontes do ICRF, utilizadas neste programa, foi usado o telescópio Perkin-Elmer do LNA (Figura 5.1).



Este instrumento tem o diâmetro de 1,6m e foi operado no foco Cassegrain, sem redutor focal, proporcionando uma razão $f/10$ e por consequência uma escala de placa de $12'',9/\text{mm}$. Sua precisão absoluta de apontamento é de $15''$.

Figura 5.1: Telescópio Perkin-Elmer do LNA

Os CCDs utilizados foram o WI101 e o WI048, em algumas observações mais antigas. O WI101 é um CCD tipo SITE SI003AB de 1024×1024 pixels, com cada lado do pixel medindo $24\mu\text{m}$. Isto proporciona campos de $5',12 \times 5',12$ a uma escala de aproximadamente $0'',3/\text{pixel}$. O máximo de eficiência quântica é de 60% para a faixa entre 640 e 700nm. O tempo de descarga adotado para cada imagem foi de 60s, modo lento, de forma a gerar um menor ruído. Já o WI048 é um CCD EEV P88231 de $770 \times$

1152 pixels, sendo cada lado do pixel de $22,5\mu\text{m}$. Portanto foram obtidos campos de $3',7 \times 5',6$, na mesma escala de pixels do anterior. O máximo de eficiência quântica é de 45% para a faixa entre 640 e 680nm. As observações foram feitas com filtro V segundo o sistema UBVRI.

As observações realizadas fazem parte de um programa mais amplo, o qual se encontra em fase final de trabalho. Cada observação, no telescópio de 1,60m, consistia de três exposições de campos, que contêm a imagem da fonte extragaláctica no centro. As fontes eram identificadas com o auxílio de mapas, fossem de imagens do DSS, cópias Polaroid de campos do ESO-B ou mapas pictóricos obtidos na homepage do USNO. Os tempos de exposição de cada pose dependiam do brilho do quasar em questão. Tais tempos variaram de 60s a 600s, dependendo da relação sinal ruído (S/N) obtida para o objeto alvo. Em qualquer uma das poses, se objetivava obter o quasar sempre com mais de 100 contagens acima do fundo do céu. Devido aos tempos de integração mais elevados, um sistema automático de guiagem corretora foi usado. Cabe salientar que, para as imagens mais antigas, este sistema ainda não havia sido implementado. Deste fato, as exposições destas imagens foram tomadas com um menor tempo de integração, o que desfavorece a relação S/N para os objetos menos brilhantes. O foco do telescópio era checado, a cada novo objeto, pelo perfil radial de estrelas secundárias espalhadas por todo o campo. Algumas observações em condições desfavoráveis¹ foram usadas, bem como outras com o céu em Lua cheia. A maior eficiência meteorológica para as observações ocorreu entre os meses de maio e outubro.

As campanhas observacionais ocorreram entre os anos de 1992 e 2002, onde as observações ocorrerão ao sul de $+30^\circ$. Até Fevereiro de 2003, o quadro de observações consistia de 882 imagens de 294 campos observados no Telescópio de 1,60m do LNA. Em 11 destes campos, as imagens óticas das fontes extragalácticas apresentaram uma contagem muito baixa em relação ao fundo de céu, ou simplesmente não existiam. Das outras 283 imagens de contrapartidas óticas de fontes extragalácticas, 88 são fontes definidoras do ICRF, 143 possuem índice de estrutura, sendo que para 88 destas o índice estrutural é igual a 1 ou a 2. Ainda podemos encontrar neste grupo de 283, 11

¹ Umidade em torno de 95%, cirros, névoa, fumaça devido à queimadas, etc.

fontes extragalácticas não pertencentes ao ICRF, remanescentes de programas anteriores.

Na figura 5.2 é apresentada a representação celeste das observações das contrapartidas óticas já realizadas. Os símbolos cruzados representam as fontes observadas com índice de estrutura igual a 1 ou 2, enquanto que os quadrados fechados representam as fontes com índice igual a 3 ou 4, já os círculos abertos representam as fontes sem índice estrutural determinado. A quase ausência de fontes classificadas quanto ao índice estrutural ao sul de a -30° decorre do menor número de linhas de base rádio nesta região. Tais números, assim como o reduzido número de fontes definidoras no hemisfério sul (58 das 212 definidoras estão neste hemisfério) evidenciam a necessidade de se desenvolver e ampliar os estudos rádio astrométricos neste hemisfério (Shen e col., 1997, 1998).

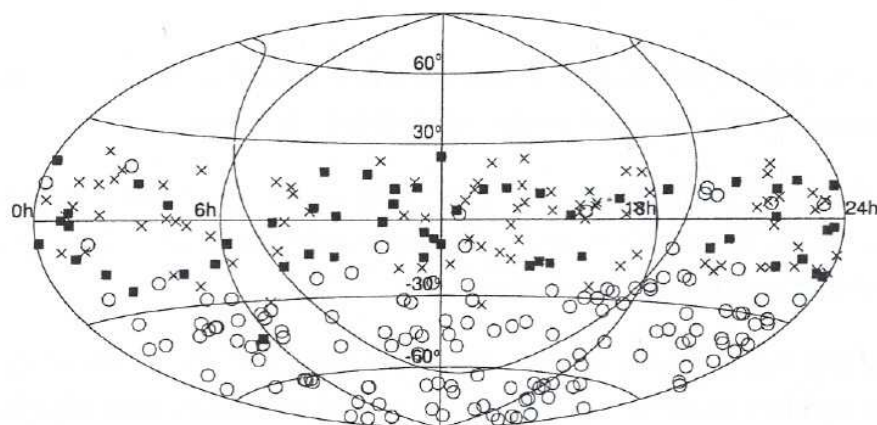


Figura 5.2: Representação celeste das fontes extragalácticas de programa já observadas no telescópio de 1,60m do LNA. O plano galáctico é apresentado na ilustração.

As imagens obtidas para a grande maioria das estrelas de campo e das fontes extragalácticas apresentavam boas características astrométricas, permitindo o desenvolvimento deste projeto. O seeing das imagens, estimados a partir do σ dos perfis radiais das estrelas secundárias de campo, variava de 1" a pouco mais de 2". Nenhuma deformação foi encontrada nas imagens das estrelas, em função de sua localização no campo visual do CCD. A esmagadora maioria das observações foi realizada com o CCD W1101, o que permitiu encontrarmos de 10 a 100 estrelas do USNO-A2.0 corrigido em seus campos de 5' X 5'. Tal variação no número de estrelas observadas depende da região do céu, sendo as regiões mais densas, as localizadas na direção do plano galáctico.

5.1 A determinação dos centróides nas imagens CCD

O procedimento adotado aqui é bem difundido e foi elaborado e amplamente testado em (Assafin, 1996), durante o período de doutorado do mesmo.

Os ajustes posicionais das imagens de todas as estrelas e fontes extragalácticas dos campos CCD foram feitos com gaussianas bidimensionais elípticas, de forma a proporcionar seus respectivos centros (x,y).

Para este tipo de ajuste, a diferença média entre a posição de uma imagem bruta e a posição obtida a partir de uma imagem corrigida¹ é de 2mas, com um erro quadrático médio de 5mas (Assafin, 1996). Tendo em mente que o erro final da posição ótica está em um patamar de 20 a 40 vezes maior que este, tomamos por decisão não realizar correções de imagem.

O procedimento usado para a determinação dos centróides das estrelas de campo e da fonte extragaláctica tinha início na detecção das imagens destes, nos campos CCD. Na

¹ Correções de bias, flatfields e corrente de escuro.

maior parte dos casos, quando os campos não eram exageradamente densos, a detecção se deu de forma automática. Este processo de detecção consta na localização de um objeto acima do fundo do céu, o qual é ajustado por modelo polinomial bivariado em (x,y) de terceiro grau. Os objetos identificados foram os conjuntos de pixels, com mais de 16 ou 25 elementos adjacentes, com uma contagem acima do fundo de céu local superior a 2,5 ou 3 vezes o erro médio quadrático do ajuste polinomial.

Com a detecção, áreas circulares de ajuste centradas nos objetos eram estabelecidas. Varreduras visuais foram realizadas com o intuito de corrigir ou eliminar problemas, tais como detecções errôneas de espúrios, imagens duplas ou com defeito, objetos alongados. Para alguns casos onde os campos são muito densos, a detecção das imagens e por seguinte a determinação da área circular de ajuste ocorreram de forma manual, objeto por objeto. Depois dos ajustes gaussianos, todos os centros (x,y) dos objetos eram inspecionados visualmente, em busca de algum mal posicionamento remanescente.

5.1.1 O ajuste gaussiano

A partir das áreas circulares definidas na detecção, foram determinados os centros das imagens, localizadas dentro destas áreas, por ajustes de gaussianas bidimensionais elípticas $G(x,y)$ à matriz de pixels destas mesmas imagens. Sendo $G(x,y)$ expressa como:

$$G(x,y) = F + h e^{-\frac{1}{2}[a(x-x_0)^2 + b(y-y_0)^2 + c(x-x_0)(y-y_0)]} \quad (5.1)$$

onde F é a constante para o fundo de céu, h a altura da gaussiana e (x_0,y_0) o centro da mesma. As constantes a , b e c estão associadas aos parâmetros de uma elipse de meia altura $h/2$.

Os erros (e_x, e_y) dos centros gaussianos (x_0, y_0) são estimados a partir dos resíduos r e da matriz de variância-covariância do ajuste dos pixels da imagem, sendo suas expressões dadas por

$$e_x = \sqrt{\frac{\sum r^2}{n-p}} \sigma_x \quad (5.2)$$

$$e_y = \sqrt{\frac{\sum r^2}{n-p}} \sigma_y \quad (5.3)$$

com $p = 7$ para o número de parâmetros do ajuste e σ_x e σ_y , as raízes quadradas das variâncias associadas aos parâmetros (x_0, y_0) da gaussiana.

De posse dos centros (x, y) obtidos para as três poses do mesmo campo CCD, era realizado um ajuste com as mesmas, no intuito de fornecer um único referencial CCD para o campo. Neste sentido, objetivando atenuar os erros acidentais ou sistemáticos, caso eles existissem, foi aplicado o processo de redução global (Benevides-Soares e Teixeira, 1992; Assafin e col., 1997) adaptado ao nosso caso. Este processo também se deu segundo um ajuste de primeiro grau completo para as três imagens de cada campo, sendo que aqui reduções sucessivas dos campos CCD individuais forneceram sucessivas correções ($\Delta x, \Delta y$) ao referencial. Após a convergência, se obteve um referencial CCD comum. Durante o processo, havia objetos que possuíam valores elevados para as diferenças entre as posições dos mesmos em um dado campo CCD em relação as posições de tais objetos nos outros dois campos CCD individuais. Tais objetos eram retirados dos ajustes sucessivos um a um, de forma que o último ajuste tivesse uma convergência coerente.

5.1.2 Análise da determinação dos centróides

A determinação dos centróides das imagens estelares e dos objetos alvo descrita acima apresenta algumas estimativas de erro. Uma delas é o erro interno da

determinação do centro de uma imagem, sendo este expresso pela eqs. 5.2 e 5.3 acima. Tais erros, para o nosso conjunto de medidas, baseado em 77 campos ajustados, se encontram no patamar de 13mas. Uma outra forma de avaliação é o erro típico (desvio padrão), fornecido pelo ajuste, para as diferenças entre as posições dos objetos nos três referenciais CCD. Para este caso os valores encontrados são da ordem de 14mas para ambas as coordenadas, enquanto que as médias referentes a estas diferenças são virtualmente nulas. Tal sintonia entre os dois valores reflete a qualidade do ajuste e a estabilidade do conjunto telescópio – detector para curto períodos de tempo de integração das imagens, uma vez que os desvios padrão estão da ordem do erro da medida de imagem em um dado referencial CCD. Na Tabela 5.1 abaixo é explicitado o erro para a determinação dos centróides tanto para as estrelas de campo, quanto para as contrapartidas óticas de nossos objetos alvo.

Tabela 5.1 Média dos erros da determinação dos centróides (x,y) das imagens óticas das estrelas secundárias no campo CCD comum e das contrapartidas óticas das fontes ICRF.

	$\langle e_x \rangle$	$\langle e_y \rangle$	N
Estrelas de campo	14	13	2216
Fontes ICRF	13	13	77

N é o número total de determinação de erros, tanto para as estrelas no CCD, quanto para os objetos extragaláctico. Todos os valores estão expressos em "mas".

Da tabela 5.1 podemos verificar que apesar dos objetos extragalácticos apresentarem menores intensidades de contagens em suas imagens CCD, o erro médio para a determinação de seus centros é da ordem dos encontrados para as demais imagens de objetos no CCD. Portanto, o erro típico encontrado para os ajustes globais do referencial CCD comum (14mas) é da ordem do erro médio da determinação dos centros das imagens da estrelas secundárias e das fontes extragalácticas no CCD.

Com o intuito de verificar alguma dependência entre a determinação dos centróides e a magnitude dos objetos no CCD, foram elaborados gráficos do erro da determinação do centróide contra magnitude R do USNO-A2.0.

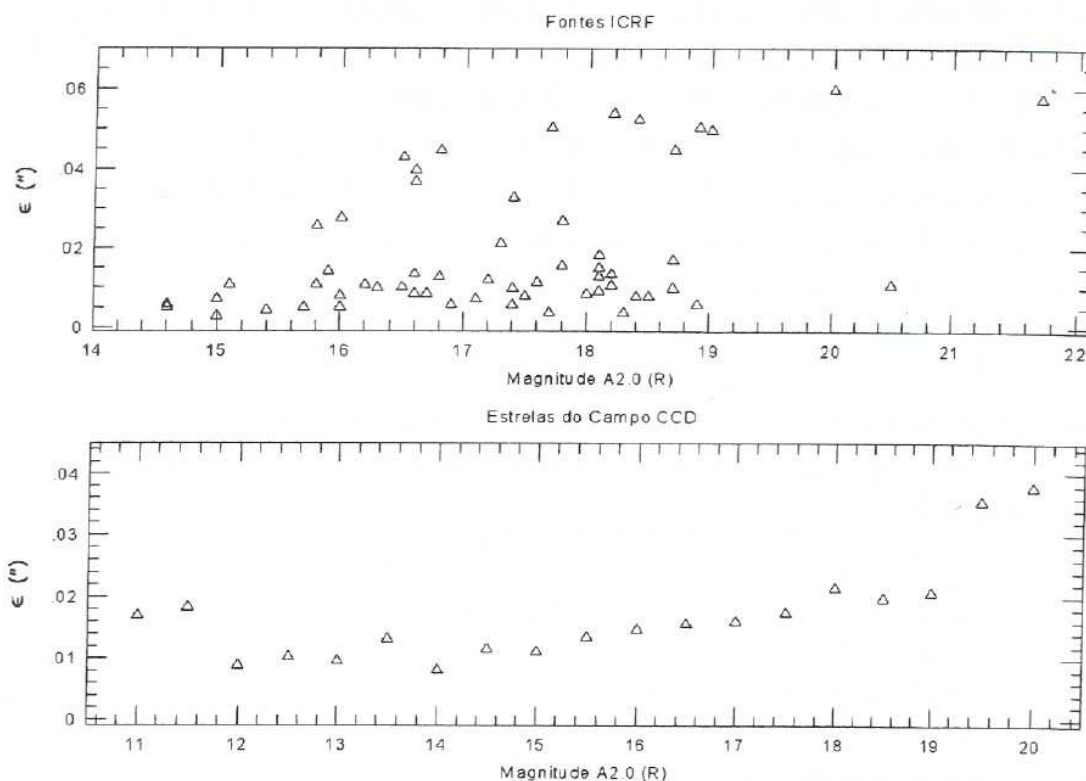


Figura 5.3: Gráficos dos erros médios quadráticos da determinação dos centróides contra magnitude R do USNO-A2.0. ϵ representa o erro médio quadrático para o erro de determinação do centróide em ascensão reta e em declinação. Para o caso das estrelas de campo, cada ponto representa uma média de no mínimo 30 objetos.

No gráfico dos erros de centragem ótica para as fontes ICRF, podemos somente verificar um aumento na dispersão de tais erros para as maiores magnitudes. Já no gráfico dos erros associados as estrela secundárias é possível associar um crescimento do valor dos erros com um aumento em magnitude. Este último efeito já havia sido

verificado em trabalhos semelhantes (Assafin, 1996; Zacharias e col., 1995). No gráfico das estrelas de campo CCD, percebe-se uma região ótima em $12 < R < 15$. A partir daí, os valores dos erros crescem de forma contínua para as maiores magnitudes. Os dois pontos para $R \leq 12$ não são representativos, uma vez que para estes o número de pontos usados para obter os valores das médias é inferior a 15.

Estando de posse de um conjunto de posições (x,y) das estrelas secundárias do USNO-A2.0, resta verificar como foi realizada a correção local do USNO-A2.0, de modo a fornecer o referencial secundário usado para a determinação das coordenadas óticas das fontes do ICRF.

No próximo capítulo será apresentado o método de correção local utilizado aqui para a determinação do referencial secundário, bem como uma análise do mesmo. Tal análise é o primeiro passo da verificação da qualidade do método, como forma de obtenção de referencial secundário.

Capítulo 6

O catálogo USNO A2.0 e a sua utilização como referencial secundário

6.1 O catálogo USNO-A2.0

O USNO-A2.0¹, com mais de meio bilhão de objetos, é o resultado de uma nova redução dos dados obtidos nas varreduras de placa realizadas pela Precision Measuring Machine (PMM) na confecção de seu antecessor, o USNO-A1.0² (Monet, 1996). A principal diferença entre o A2.0 e o A1.0 está nos catálogos astrométricos usados em suas reduções. Enquanto que para o A1.0 usou-se o GSC, para o A2.0, estrelas fracas ($m \geq 11$), do catálogo ACT (Urban e col., 1998) foram usadas. Por ser gerado a partir de placas sensíveis no azul e no vermelho, o A2.0 possui magnitudes nestas bandas. O A2.0 contém 526.280.881 coordenadas de objetos no referencial Hipparcos J2000, sendo cada coordenada uma média das posições B e R oriundas de seus levantamentos formadores. Caso as duas posições (B e R) estivessem a uma distância superior a 2" uma da outra, tal objeto era recusado e sua posição não consta do A2.0. Este número de objetos implica em uma densidade média de 2,26 objetos por minuto quadrado. Contudo, a distribuição celeste destes objetos não é uniforme, sendo a maior concentração na região do plano galáctico (figura 6.1). Em vista disto, podemos encontrar de 4 a 1.040 objetos A2.0 em um campo de 5' X 5', o qual é o campo típico observado no telescópio de 1,60m do LNA. Este fato, além de sua precisão nominal de 220mas, nos levou a escolher o A2.0 como referencial secundário no aspecto de determinação posicional de contrapartidas óticas de fontes do ICRF deste trabalho.

¹ Aqui também chamado de A2.0.

² Os levantamentos formadores do A1.0 são o POSS I, com suas placas O e E, para o hemisfério norte, enquanto que para o hemisfério sul se utilizou o SERC-J e o ESO-R.

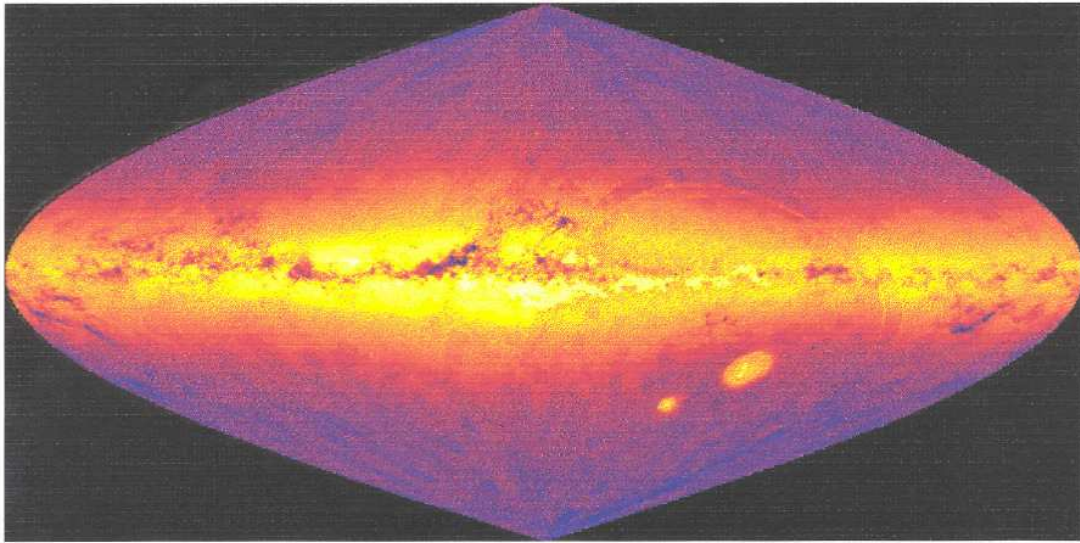


Figura 6.1: Distribuição celeste dos objetos do USNO-A2.0. Na figura é mostrado o número de objetos por grau². As regiões em amarelo correspondem às áreas de maior densidade, enquanto que as em azul escuro são de mais baixa. O plano central da figura representa o plano galáctico e as áreas escuras, neste plano, são regiões com nuvens de poeira e gás. As duas áreas em amarelo ao sul e à direita do centro da imagem, são as Nuvens de Magalhães.

Apesar de, visualmente, as imagens das estrelas ACT por volta da magnitude 11 apresentarem aspectos como cruz de difração e reflexos, normalmente não associados a imagens de qualidade astrométrica, pôde-se verificar que estas proviam uma boa astrometria. Desde que há 300 ou mais estrelas ACT em uma única placa Schmidt, cada uma destas pôde ser conectada diretamente com o catálogo de referência. A solução usada para o A2.0 inclui correções para erros sistemáticos no plano focal e equação de magnitude.

Telescópios Schmidt têm erros astrométricos dependentes de campo, portanto devendo ser estes detectados e removidos. Os dados das exposições foram usados para fazer a transformação das coordenadas médias em coordenadas de plano tangente usando as rotinas do pacote SLALIB (Wallace, 1994). O primeiro passo da solução do A2.0 foi achar o melhor ajuste cúbico entre as medidas PMM e as posições previstas. Estando a primeira destas soluções obtida, os resíduos de cada placa foram separados

em boxes de 5mm X 5mm. Somando-se os resíduos de várias placas, mapas de resíduos foram obtidos. De posse destes, as posições medidas eram corrigidas e uma nova solução obtida. Foram aplicadas três interações até que o mapa de resíduo apresentasse um aspecto randômico. Este processo interativo foi realizado para cada telescópio e cada banda (B ou R) de forma separada. Também foi aplicado este processo segundo uma divisão por diferentes zonas de declinação, visando efeitos de flexão instrumental. Contudo, nenhuma dependência foi encontrada neste sentido. Por fim, foram usados quatro diferentes mapas de resíduo, refletindo os dois telescópios, um para cada hemisfério, e cada uma das duas bandas usadas.

As inspeções dos resíduos astrométricos para os campos próximos aos pólos celestes, onde a superposição entre as placas é grande, mostraram que havia um significativo padrão radial. Somado à análise de resíduos das reduções dos levantamentos UJ para o catálogo USNO-B (Monet e col., 2003), sugeriram que havia uma equação de magnitude presente no A2.0. Isto não foi surpreendente devido aos problemas existentes nas imagens ACT, descritos anteriormente. Por outro lado, as imagens de estrelas fracas se mostraram relativamente normais. O efeito radial é de não existente a pequeno, dentro de um raio de $2^{\circ},2$ do centro da placa, e a partir daí cresce, atingindo $1''$ para um raio de 3° e continua crescendo nos cantos das placas. O efeito foi praticamente o mesmo para as placas dos levantamentos do POSS-I O, POSS-I E e SERC-J, mas um comportamento diferente foi observado no caso das placas do ESO-R. As fontes destas diferenças podem indicar um possível problema de rotinas de programação, relacionado ao diferente tamanho das placas deste levantamento.

Com relação às épocas das coordenadas do A2.0, podemos falar que as mesmas estão em J2000 na data média das exposições azul e vermelha de cada objeto. O caso do POSS-I é trivial, uma vez que as diferentes placas, azul e vermelha, de um dado campo foram tomadas na mesma noite. Para o caso do SER-J e do ESO-R, o fato de poder haver uma significativa diferença de data entre as duas placas, poderia ter afetado as estrelas de movimentos próprios de valores médios. Quanto às estrelas com grandes movimentos próprios, elas seriam rejeitadas no teste de coincidência posicional de $2''$, entre os dois levantamentos sul, determinando a não participação das mesmas no A2.0, caso as datas entre as placas fossem distantes o suficiente.

Por fim as coordenadas do A2.0 eram determinadas a uma precisão astrométrica que vai de 0",22 a 0",25, sendo estes valores dependentes da magnitude da estrela e de sua posição original na placa. Esta precisão é evidenciada no desvio padrão de 215mas encontrado para a comparação entre coordenadas do A2.0 e as posições rádio do ICRF.

Contudo o catálogo USNO-A2.0 possui erros sistemáticos, variando por região do céu e por faixa de magnitude (Assafin e col., 2001; Fienga e Andrei, 2002). Em especial para o Hemisfério sul, região onde se baseia o aspecto de determinação de contrapartida ótica deste trabalho, o artigo de Assafin e seus colaboradores permitiu a verificação de efeitos sistemáticos posicionais no A2.0, em especial um “degrau” em torno da região de $\delta = -20^\circ$. Tal verificação foi importante, particularmente as magnitudes intermediárias ($14 \leq m \leq 18$), onde se concentra a esmagadora maioria de estrelas secundárias usadas neste trabalho para a determinação das posições de fontes do ICRF. Em tal publicação, para comparação nesta específica faixa de magnitude, foi usado um conjunto de posições GSC corrigidas no referencial ACT, as quais formam o referencial secundário para uma outra extensa lista de posições óticas de fontes extragalácticas publicada por da Silva Neto e col. (2000).

Por ter sido parte integrante do presente projeto de doutorado, a publicação Assafin e col. (2001) pode ser encontrada no apêndice desta tese.

Devido a tais efeitos encontrados no A2.0 e seguindo a recomendação dos autores para a re-redução do mesmo para o caso de trabalhos astrométricos de precisão, foi necessária a aplicação de uma correção prévia nos campos utilizados do A2.0, neste projeto.

6.2 Correção local do USNO-A2.0

A correção escolhida para o A2.0 foi o método de correção local (Assafin e col., 1997) com pequenas adequações às novas condições impostas pelas especificações do A2.0.

Tal correção foi feita em relação a três catálogos astrométricos de alta precisão¹, o ACT, o Tycho-2 e o UCAC1, os quais já foram descritos anteriormente (Item 2.2).

Uma das principais limitações no método de obtenção de posições de contrapartidas óticas através de referenciais secundários é o desconhecimento dos movimentos próprios das estrelas que constituem este referencial. Na prática, costuma-se adotar a hipótese nula para os movimentos próprios das estrelas pertencentes ao referencial secundário, uma vez que tais movimentos são desconhecidos. Assim, tais movimentos eram tratados como se cancelassem, sem adicionar viés sistemático sobre a posição do objeto alvo, e contribuindo apenas para o erro randômico daquela posição. Contudo, os movimentos próprios das estrelas de campo podem ter importantes componentes sistemáticos, não devendo ser assumidos como aleatórios, nem supostos que se cancelem. Sendo assim, ignorar sua ação entre as datas de observação do campo secundário e do objeto alvo, é introduzir um erro sobre a posição obtida para a contrapartida ótica. Sabendo-se disto, em alguns trabalhos já publicados, se tentou modelar o efeito sistemático de tais movimentos próprios (Zacharias e col., 1999). Contudo, os resultados modelados obtidos não apresentavam diferenças significativas em relação aos resultados não modelados. Aqui, de forma diferente, não foram elaborados modelos, mas sim adotada a postura de se corrigir o referencial secundário na data da observação do campo do objeto alvo, em uma tentativa explícita de se compensar o viés devido ao desconhecimento dos componentes sistemáticos dos movimentos próprios das estrelas secundárias. Portanto, no método aqui proposto, tenta-se compensar o viés existente, através da redução de placa destas estrelas secundárias na data da observação do objeto alvo, dando origem a um referencial local alinhado com o referencial local fornecido pelas estrelas dos catálogos primários de referência na data de tal observação. Por motivo de avaliação e completeza do trabalho, também foi adotada a postura tradicional de se corrigir o campo secundário em sua própria data.

Neste instante é válido fazer uma rápida revisão dos principais componentes sistemáticos dos movimentos próprios estelares. Sendo estes os componentes de rotação galáctica, de movimento do Sol em direção ao Ápex e de possíveis movimentos de grupo.

¹ Catálogos astrométricos primário ou catálogo de referência.

6.2.1 Termos sistemáticos dos movimentos próprios

a) Componente da Rotação Galáctica

A Galáxia tem uma rotação geral, cujo modelo mais aceito envolve uma pequena dependência radial. Devido à rotação galáctica o Sol tem uma componente de velocidade de 220km/s. No entanto, como a rotação afeta todas as estrelas da galáxia, seu efeito sobre os movimentos próprios é determinado pela rotação diferencial em relação ao padrão local de repouso – Local Standard of Rest (LSR). O efeito da rotação diferencial no movimento próprio pode ser modelado utilizando as *constantes de Oort* ($A=+15.6 \text{ km s}^{-1} \text{ kpc}^{-1}$ e $B=-10.9 \text{ km s}^{-1} \text{ kpc}^{-1}$)

$$\mu \cong A \cos 2\ell + B \quad (6.1)$$

A expressão (6.1) despreza o pequeno efeito radial e é válida estritamente para o plano galáctico, existindo também uma menor componente transversal ao movimento no plano galáctico. De modo geral, as constantes de Oort apresentam os valores de 3,2mas/ano para A e 2,1mas/ano para B, o que significa um efeito de rotação para toda esfera celeste de 0",21/século (Green, 1985).

Na figura seguinte são ilustrados os componentes sistemáticos dos movimentos próprios devido ao efeito de rotação galáctica, utilizando Allen (1976).

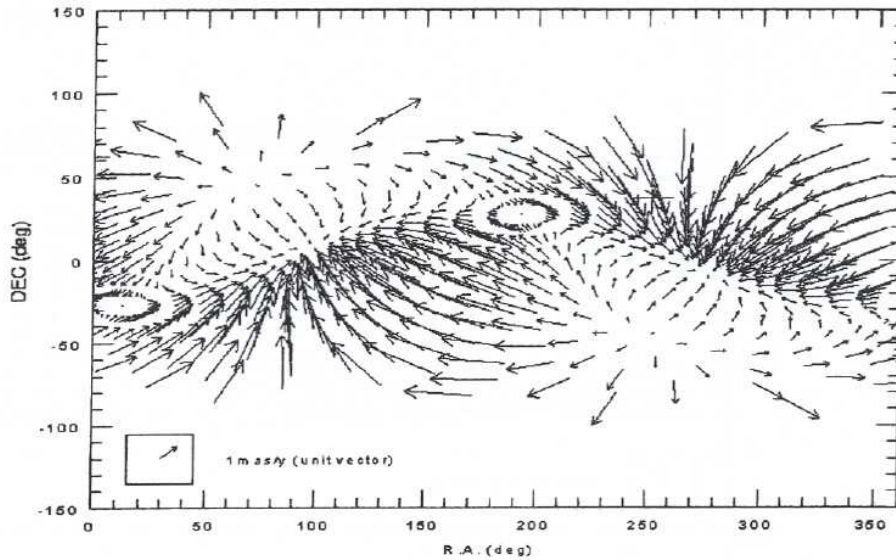


Figura 6.2: Componente sistemático do movimento próprio devido à rotação galáctica.

b) Componente do Movimento Solar ao Ápex

O Sol apresenta um movimento peculiar, em relação ao LSR, em direção a um ponto de coordenadas equatoriais $A=18^h 36^m 56^s$ e $D=+38^\circ 47' 01''$, próximo a Vega, com velocidade de 19.5 km/s. A componente anual do movimento próprio decorrente deste movimento constitui a *paralaxe secular*, e é dada (em radianos) por:

$$h = \pi \frac{19,5}{4,74} \quad (6.2)$$

onde π é a paralaxe e o fator 4.74 é obtido da razão entre o número de segundos num ano e a unidade astronômica em quilômetros.

O efeito em movimento próprio cai linearmente com a distância, mas é bastante grande para a maioria das estrelas de campo (6.3) e pode ser verificado na figura 6.3.

$$\mu_\alpha^p = h \sin(\alpha - A) \cos D \sec \delta \quad (6.3)$$

$$\mu_\delta^p = h [\cos D \sin \delta \cos(\alpha - A) - \sin D \cos \delta]$$

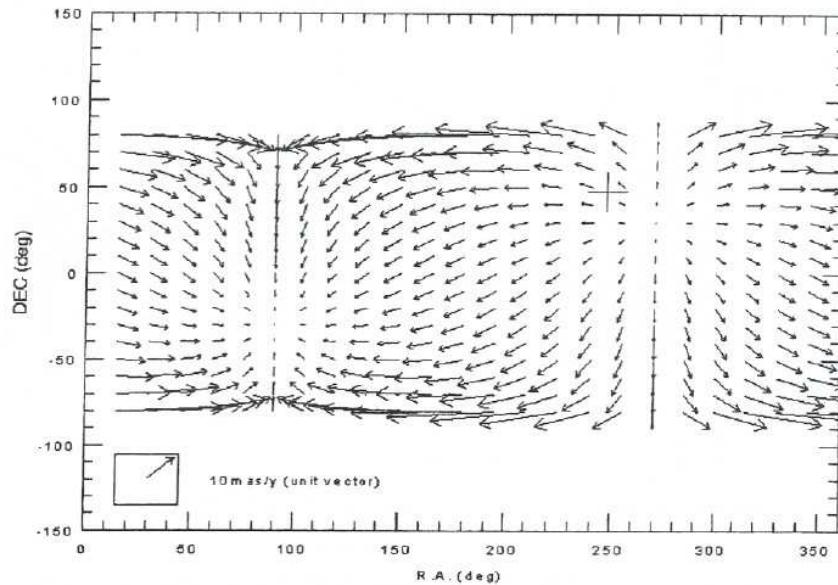


Figura 6.3: Componente sistemático do movimento próprio devido ao movimento do Sol em direção ao ápex. A distância média de 500pc foi assumida (Zacharias e col., 1999)

c) Componente de Grupo

Aglomerados abertos constituem sistemas de objetos de grande valor para o estudo da dinâmica da galáxia, devido a precisão com que as idades podem ser determinadas. Eles são peças chave para o entendimento do movimento dos braços da Galáxia e dos grupos de estrelas com movimento residual comum. O movimento próprio médio destes sistemas apresenta magnitude variável, indo de valores ínfimos a alguns exemplos com valores pouco maiores que 25mas/ano (Dias e col., 2001, 2002).

Entre os três componentes sistemáticos, aquele devido ao movimento do Sol em direção ao ápex geralmente predomina para as estrelas de campo. Isto pode ser visto, notando-se as mesmas tendências nas figuras 6.3 e 6.4.

Na figura 6.4 é ilustrada a distribuição celeste do movimento próprio do catálogo Hipparcos. Esta figura foi elaborada exclusivamente para comparação com a figura 6.3 e evidenciar a predominância do efeito do movimento do Sol em direção ao Ápex.

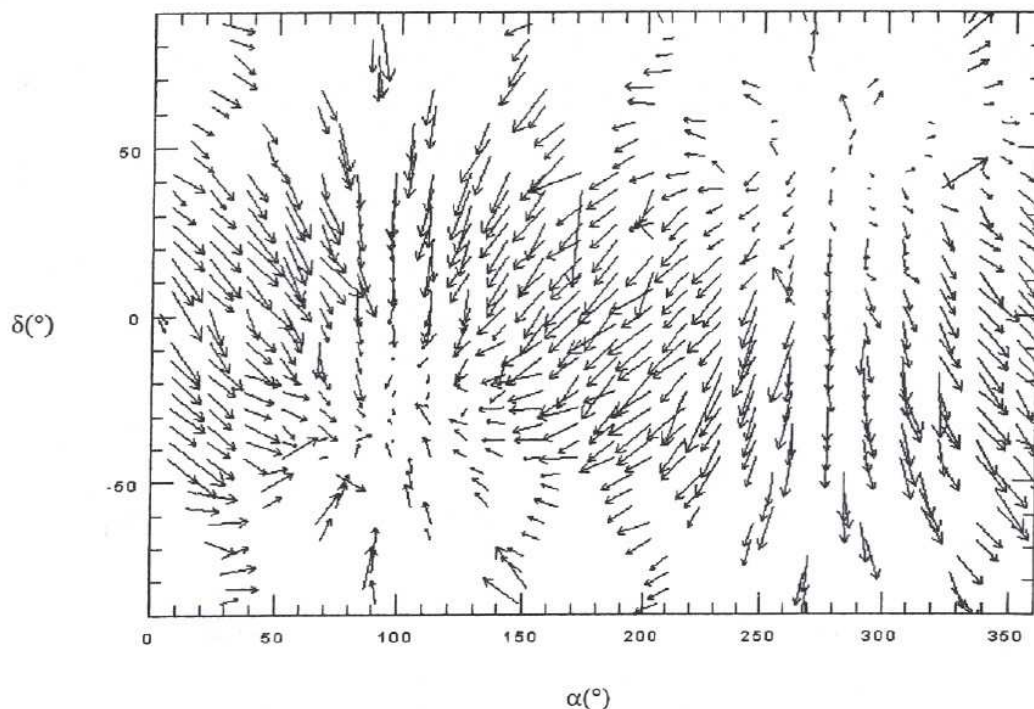


Figura 6.4: Distribuição celeste dos movimentos próprios do catálogo Hipparcos. Cada vetor representa uma média em uma caixa de $2^{\circ},5 \times 2^{\circ},5$. A escala dos vetores é a mesma da figura anterior.

A figura seguinte (6.5) traz, para os catálogos Hipparcos e Tycho2, as diferenças entre as coordenadas equatoriais para um intervalo de 15 anos. Como na figura 6.4, as médias se referem a caixas de lado $2^{\circ},5$. Estas figuras dão uma idéia do viés introduzido pela parte sistemática do movimento próprio, quando são utilizados campos secundários retirados da parte sul do catálogo USNO-A2.0.

Note-se o efeito dominante dos movimentos anti-ápex, caracterizados por maiores valores referentes ao catálogo Hipparcos, que contém estrelas mais brilhantes, portanto, em média, mais próximas.

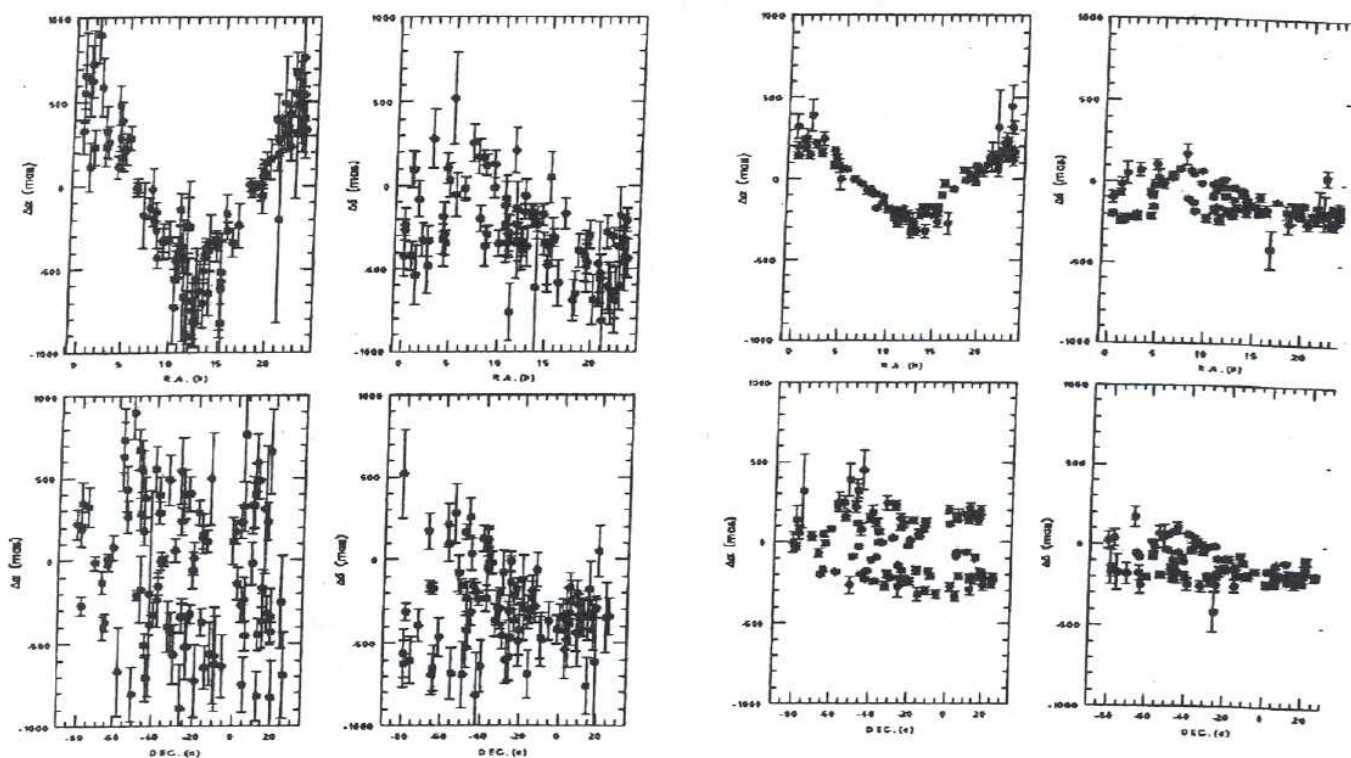


Figura 6.5: Distribuição dos efeitos de viés, para estrelas de campo retiradas dos catálogos Hipparcos (esquerda) e Tycho-2 (direita), supondo uma diferença de datas de 15 anos. Cada ponto representa uma média em uma caixa de $2^{\circ},5 \times 2^{\circ},5$.

Assumindo-se, de maneira esquemática, uma mesma magnitude absoluta para todas as estrelas de campo, os resultados mostrados na figura 6.5, podem levar a efeitos de viés da ordem de 10mas, para as estrelas retiradas do catálogo A2.0, com magnitude aparente média de V 16, para a mesma diferença de datas de 15 anos.

6.2.2 Os procedimentos da correção local do USNO-A2.0

O A2.0 foi corrigido localmente em campos de $4^\circ \times 4^\circ$ por três diferentes catálogos, o ACT, o Tycho-2 e o UCAC1. Estas correções foram realizadas em duas datas diferentes, data original da placa do A2.0 e data da observação da imagem ótica da fonte ICRF, levando-se em conta os movimentos próprios destes catálogos astrométricos primários.

A partir dos 11 CDs que comportam o A2.0 e de um programa desenvolvido especialmente para sua leitura em plataforma UNIX, a correção do mesmo é feita segundo os seguintes passos:

- São extraídos campos de $4^\circ \times 4^\circ$ do A2.0, ao redor do ponto de tangência na esfera celeste, a posição rádio do objeto extragaláctico. Estes campos possuem de 19.000 a 500.000 estrelas do A2.0, de 200 a 600 estrelas no ACT e Tycho2 e em torno de 11.000 estrelas do UCAC1, sendo as posições dos referenciais primários corrigidas para as duas datas citadas anteriormente.

- Em relação ao ponto de tangência, faz-se a projeção gnomônica, na região escolhida, das estrelas do A2.0 e das pertencentes ao catálogo do referencial primário.

- Usando-se estrelas comuns aos dois catálogos, um modelo de placa de terceiro grau completo (equação 6.4) é aplicado para corrigir posições do A2.0 em relação ao catálogo primário.

$$X = \sum_{i=0}^{i=3} \sum_{j=0}^{j=3-i} a_{ij} x^i y^j \quad (6.4)$$

$$Y = \sum_{i=0}^{i=3} \sum_{j=0}^{j=3-i} b_{ij} x^i y^j$$

Onde (a,b) são os coeficientes de transformação, (X,Y) é a projeção gnomônica das posições do catálogo de referência e (x,y) é a projeção gnomônica das posições do A2.0.

- Aplicando os coeficientes (a,b) às coordenadas projetadas originais A2.0 e fazendo a projeção gnomônica inversa, se obtêm as posições A2.0 corrigidas pelo catálogo astrométrico de precisão.

É importante ressaltar que a redução descrita aqui é de caráter estritamente local, sendo válida dentro dos limites de céu, aqui citados. De fato, esta é uma das vantagens do método, uma vez que regiões extensas com deformações localizadas não precisam ser modeladas.

6.2.3 Resultados da correção do USNO-A2.0

As correções do A2.0 pelos catálogos astrométricos primários se deu em regiões de $4^\circ \times 4^\circ$, a qual é a área máxima onde reduções de placas Schmidt tem um bom rendimento (Taff e col., 1990). Nos ajustes, foram retiradas estrelas, uma a uma, até que o maior resíduo “A2.0 corrigido menos catálogo de referência” ($O - C$) fosse menor que $0'',5$, ou um valor menor, dependendo da qualidade e da densidade do catálogo astrométrico de referência. O valor $0'',5$ foi escolhido por representar aproximadamente duas vezes e meia a precisão nominal do A2.0. Adicionalmente, este valor permitiu uma boa amostragem de estrelas Tycho-2 e ACT nos campos do A2.0, proporcionando correções efetivas aos mesmos. Logo, para os casos do ACT e do Tycho2, tal valor foi adotado. No caso do UCAC1, o valor adotado foi de $0'',1$. Tal valor de forma alguma pode ser considerado ilusório, já que o número de estrelas UCAC1, que efetivamente corrigiram o A2.0 (mais de 2.000 por campo, para a correção na época da observação), eram mais que suficientes para fazer uma boa amostragem nas regiões de $4^\circ \times 4^\circ$ do A2.0 utilizadas.

Aqui são apresentadas correções para o A2.0 em relação aos catálogos UCAC1, Tycho2 e ACT para um grupo comum de 53 campos abaixo de -15° de declinação, o qual é o limite de abrangência do UCAC1. Além destes, um outro grupo de 24 campos A2.0, acima de -15° , foi corrigido pelos catálogos Tycho2 e ACT. A média quadrática das diferenças sistemáticas entre o A2.0 original e os catálogos Tycho2 e ACT é da ordem de $0'',138$ na data do A2.0. Já para o UCAC1, as diferenças médias são virtualmente nulas, o que reflete o peso do A2.0 como primeira época para o cálculo dos movimentos próprios do UCAC1. Após a correção do A2.0, todas as diferenças médias em relação aos três catálogos primários usados são virtualmente nulas por construção. Os desvios padrão relativos a estas diferenças e as diferenças calculadas para a correção

do A2.0, na data da placa e na data da observação CCD, podem ser respectivamente verificados nas tabelas 6.1 e 6.2.

Tabela 6.1 Médias dos desvios padrão, obtidos em cada campo, para as diferenças entre as coordenadas dos catálogos primários e o A2.0 original e corrigido, na data da placa do mesmo.

	UCAC1	Tycho-2	ACT
$\langle \sigma_{\alpha} \rangle_{\text{orig}}$	06	213	224
$\langle \sigma_{\delta} \rangle_{\text{orig}}$	19	178	174
$\langle \sigma_{\alpha} \rangle_{\text{cor}}$	06	188	188
$\langle \sigma_{\delta} \rangle_{\text{cor}}$	17	160	160
$\langle N \rangle_{\text{cor}}$	10295	457	163

As designações "orig" e "cor" refletem os valores de antes e depois da correção e $\langle N \rangle_{\text{cor}}$ é o número médio de estrelas comuns efetivamente usadas na correção do A2.0 e no qual se baseiam os valores da tabela. Todos os valores estão expressos em "mas".

Comparando os valores antes e depois das correções com o Tycho2 e o ACT, apresentados na tabela, podemos evidenciar que o método de correção local se qualifica para a correção do A2.0 e de forma consequente para melhor determinação posicional para as coordenadas deste catálogo denso. Os pequenos valores, para antes e depois da correção, apresentados para o caso do UCAC1 somente demonstram o real peso do A2.0 como primeira época do UCAC1.

Tabela 6.2 Médias dos desvios padrão, obtidos em cada campo, para as diferenças entre as coordenadas dos catálogos primários e o A2.0 original e corrigido, na data da observação do campo da contrapartida ótica da fonte ICRF.

	UCAC1	Tycho-2	ACT
$\langle\sigma_{\alpha}\rangle_{orig}$	128	276	317
$\langle\sigma_{\delta}\rangle_{orig}$	112	231	246
$\langle\sigma_{\alpha}\rangle_{cor}$	059	219	213
$\langle\sigma_{\delta}\rangle_{cor}$	057	200	198
$\langle N \rangle_{cor}$	2165	346	122

As designações “orig” e “cor” refletem os valores de antes e depois da correção e $\langle N \rangle_{cor}$ é o número médio de estrelas comuns efetivamente usadas na correção do A2.0 e no qual se baseiam os valores da tabela. Todos os valores estão expressos em “mas”.

Desta tabela, comparando os valores de antes e depois da correção para os três catálogos, mais uma vez podemos verificar a eficácia do método quanto a correção do A2.0. Também é nítido o melhor rendimento para a correção realizada com o UCAC1, o que vem confirmar a importância do fator densidade, dos catálogos astrométricos primários, para a correção dos campos. É relevante colocar, para este caso de correção na data da observação, que a contaminação dos movimentos próprios do UCAC1 é bem pequena, uma vez que as datas de observação do UCAC1 e de nossos campos distam no máximo de cinco anos.

Se faz importante salientar um outro aspecto nas duas tabelas anteriores. Os desvios médios apresentam menores valores para a correção feita na data original do A2.0. Isto vem do fato de que, para a correção na data do A2.0, foram utilizados os movimentos próprios das estrelas dos catálogos astrométricos primários por todo período de tempo entre as datas destes catálogos e as datas dos campos do A2.0, diferentemente da correção na data da observação. Tal procedimento acabou por proporcionar uma melhor correção do A2.0 na data original do mesmo. Contudo, o pior ajuste do A2.0 na data da

observação da contrapartida ótica da fonte ICRF, não implica em uma pior redução destas imagens, já que a correção dos campos A2.0 foi feita na data de observação das mesmas. Isto vem do fato que esta abordagem inovadora (correção na data da observação da contrapartida ótica) se preocupa em tentar corrigir o deslocamento posicional devido à parte sistemática dos movimentos próprios das estrelas secundárias do A2.0. Porém, a parte aleatória dos movimentos próprios, tanto das estrelas secundárias quanto das estrelas primárias pertencentes ao A2.0, não é levada em consideração neste procedimento.

Acrescente à relevância dos bons ajustes obtidos, o fato de que as regiões de $4^\circ \times 4^\circ$ são extensas e seus centros por várias vezes não estão próximos, muito menos coincidentes aos centros das placas geradoras do A2.0.

De forma a visualizar o quanto o método de correção melhora as dependências sistemáticas posicionais do A2.0, foram elaborados gráficos dos desvios padrão das diferenças entre os catálogos astrométricos primários e o A2.0 original e corrigido contra as coordenadas celestes dos centros de projeção dos campos de $4^\circ \times 4^\circ$ extraídos do A2.0.

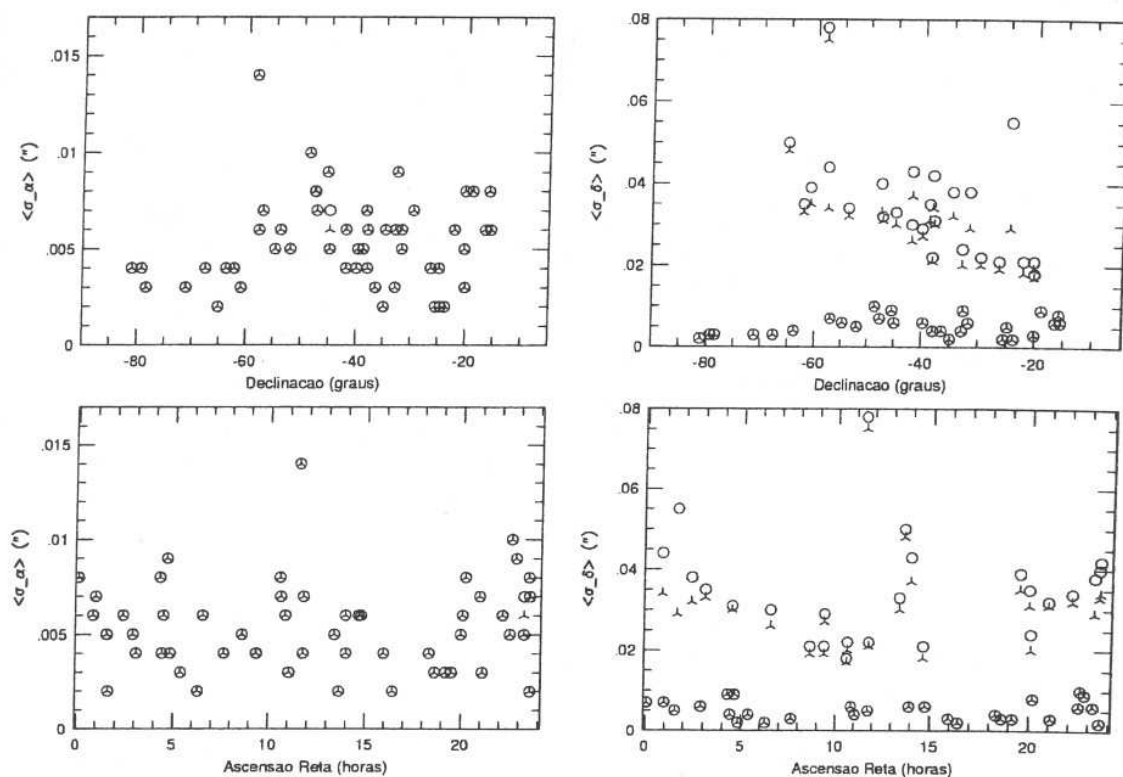


Figura 6.6: Desvios padrão das diferenças posicionais entre o UCAC1 e o A2.0 original e corrigido contra as coordenadas equatoriais dos centros de projeção. Correção na data original do A2.0. Os círculos representam os sigmas das diferenças A2.0 original menos UCAC1, enquanto que as hélices representam os sigmas das diferenças A2.0 corrigido pelo UCAC1 menos o próprio UCAC1.

Estando atento ao eixo das ordenadas, aqui nós só podemos constatar a coincidência entre o UCAC1 e o A2.0 na data do mesmo, confirmando o enorme peso da utilização do A2.0, como primeira época, na determinação dos movimentos próprios do UCAC1.

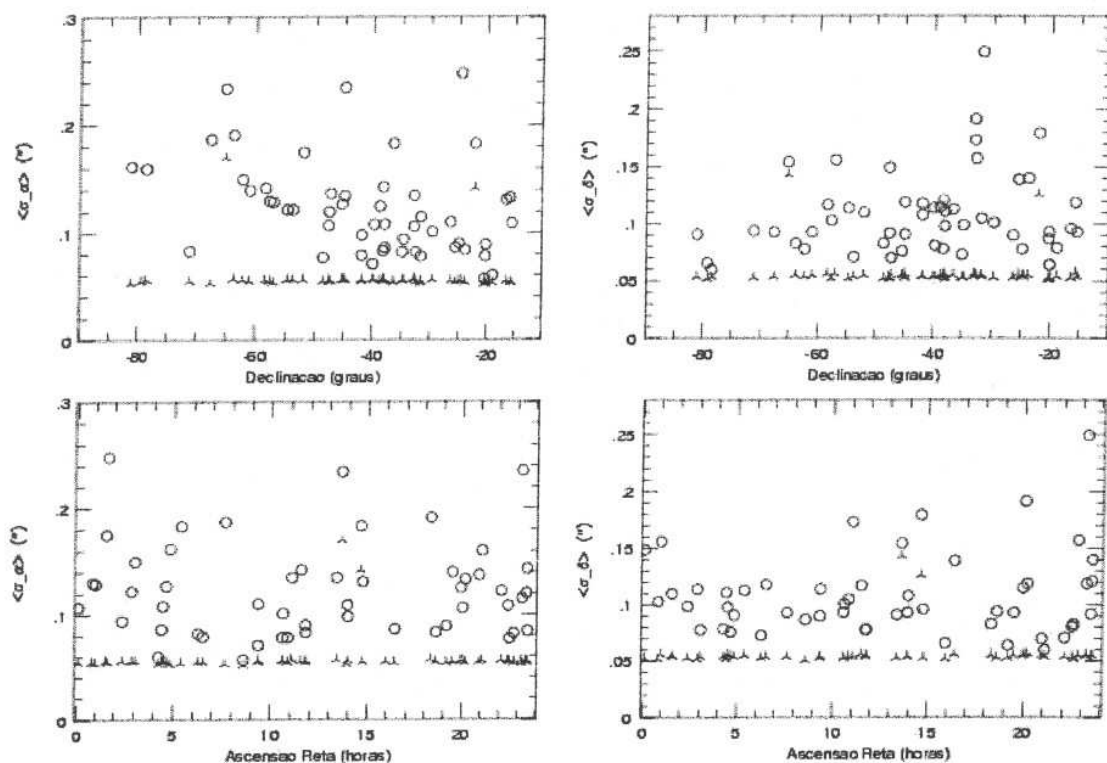


Figura 6.7: Desvios padrão das diferenças posicionais entre o UCAC1 e o A2.0 original e corrigido contra as coordenadas equatoriais dos centros de projeção. Correção na data da observação da imagem ótica da fonte ICRF. Os círculos representam os sigmas das diferenças A2.0 original menos UCAC1, enquanto que as hélices representam os sigmas das diferenças A2.0 corrigido pelo UCAC1 menos o próprio UCAC1. O aspecto linear das hélices decorre do corte realizado em $0''{,}1$ na correção do A2.0.

Na figura acima podemos verificar a qualidade do UCAC1 para a correção do A2.0, visto que esta consegue reduzir, com efeito, as diferenças entre os dois catálogos, sendo tal correção efetiva a ponto de corrigir a pré-existente dependência dos desvios em ascensão reta para as declinações próximas ao pólo.

Para efeito de comparação, também foram elaborados os mesmos tipos de gráficos em relação às correções Tycho-2 e ACT. Como o resultado para estes dois casos é

muito semelhante, aqui iremos apresentar somente os gráficos em relação à correção Tycho-2.

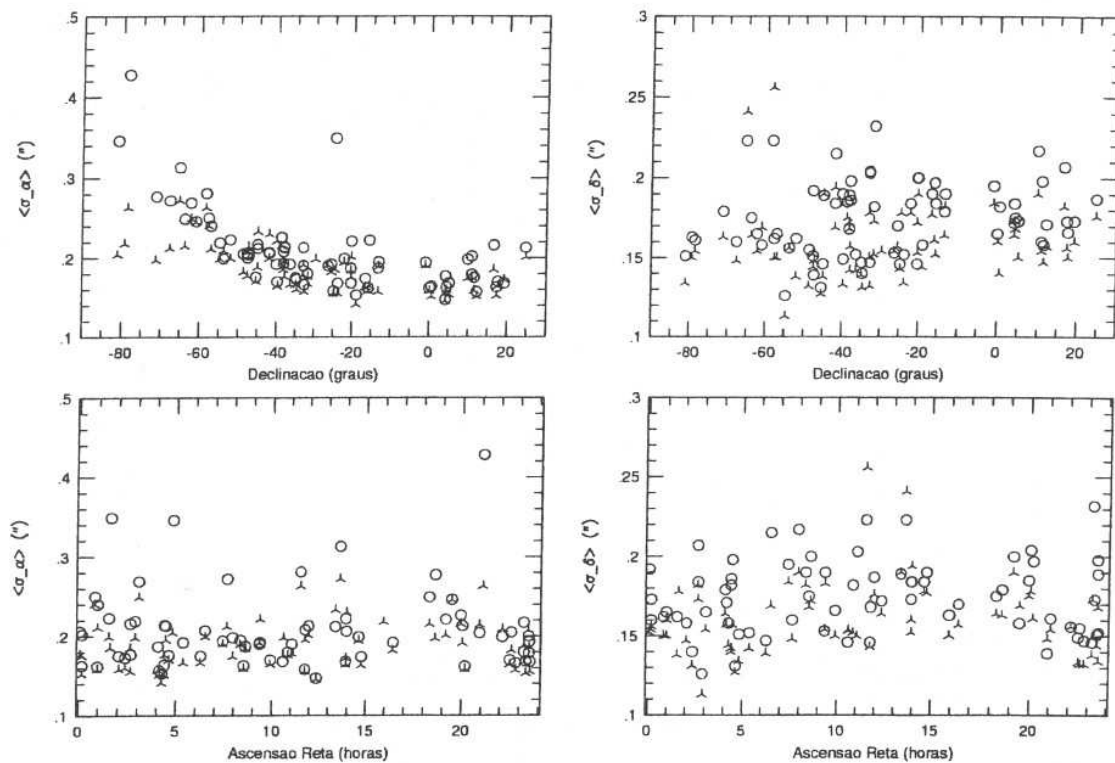


Figura 6.8: Desvios padrão das diferenças posicionais entre o Tycho-2 e o A2.0 original e corrigido contra as coordenadas equatoriais dos centros de projeção. Correção na data original do A2.0. Os círculos representam os sigmas das diferenças A2.0 original menos Tycho-2, enquanto que as hélices representam os sigmas das diferenças A2.0 corrigido pelo Tycho-2 menos o próprio Tycho-2.

Na figura acima podemos verificar o desempenho da correção do A2.0 pelo Tycho-2, a qual remove boa parte dos erros sistemáticos originais do A2.0. Contudo é possível verificar que mesmo após a correção do A2.0, suas coordenadas melhoradas ainda apresentam efeitos sistemáticos, mais brandos que os originais, para as declinações mais próximas ao pólo (σ_{α}).

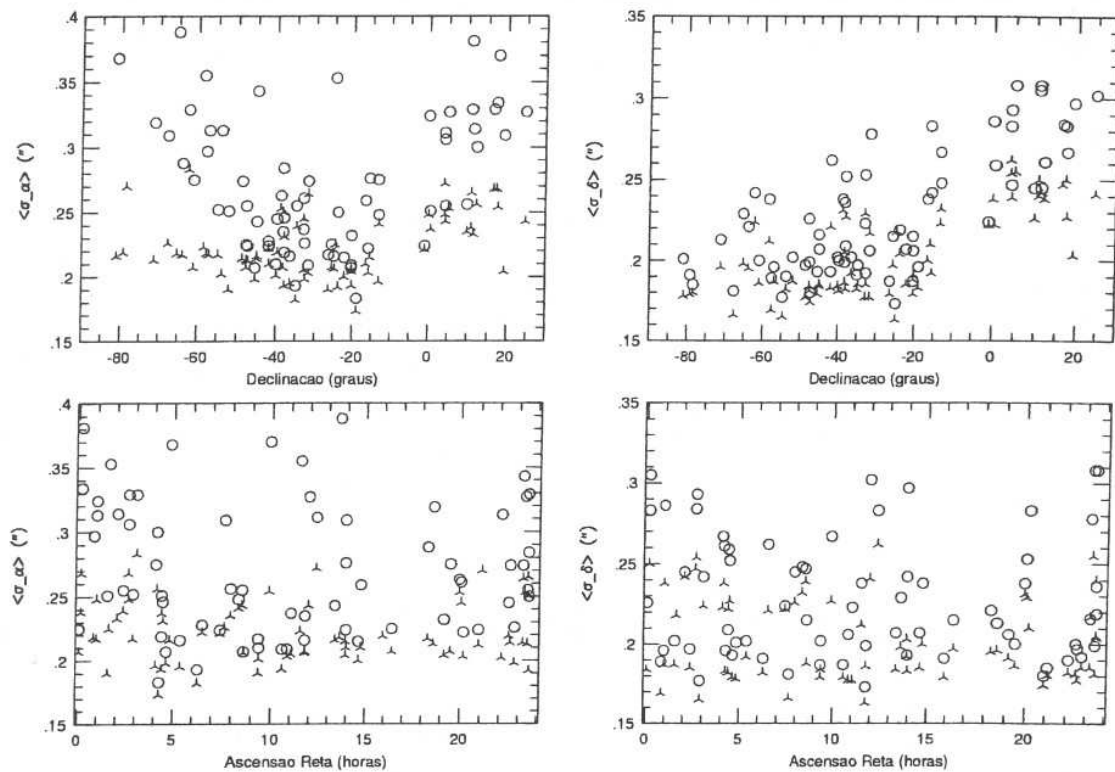


Figura 6.9: Desvios padrão das diferenças posicionais entre o Tycho-2 e o A2.0 original e corrigido contra as coordenadas equatoriais dos centros de projeção. Correção na data da observação da imagem ótica da fonte ICRF. Os círculos representam os sigmas das diferenças A2.0 original menos Tycho-2, enquanto que as hélices representam os sigmas das diferenças A2.0 corrigido pelo Tycho-2 menos o próprio Tycho-2.

Na figura 6.9, podemos verificar os mesmos desempenho de correção e efeitos remanescentes encontrados na figura 6.8. Os maiores valores para os desvios padrão, em especial os de antes da correção, dizem respeito ao fato da correção ter sido feita em uma data diferente da data do A2.0 original. Já os maiores desvios ao norte de $\delta = -17^{\circ}$ ¹, refletem as maiores diferenças temporais entre o A2.0 e o Tycho-2 para esta parte do céu.

¹ Região de fronteira entre os levantamentos formadores, norte e sul, do A2.0

Também foram realizadas comparações para saber se era possível evidenciar alguma dependência residual de magnitude em relação as coordenadas A2.0 corrigidas. Constatou-se que não foi possível evidenciar quaisquer dependências de magnitude, tanto nas posições do A2.0 corrigido como em suas coordenadas originais, ao nível de precisão destas coordenadas.

Tendo em vista a verificação de efeitos sistemáticos residuais, quando da comparação da correção do A2.0 com Tycho-2 em relação ao próprio Tycho-2 (figuras 6.8 e 6.9), achamos necessário uma segunda comparação posicional deste grupo de coordenadas. Sendo que, desta vez foi escolhido um referencial independente. No caso, as coordenadas rádio do ICRF.

Na próxima figura, estão sendo comparadas as posições dos campos A2.0 corrigidos pelo Tycho-2, na data do A2.0, com as posições rádio do ICRF no sentido A2.0cor-ICRF.

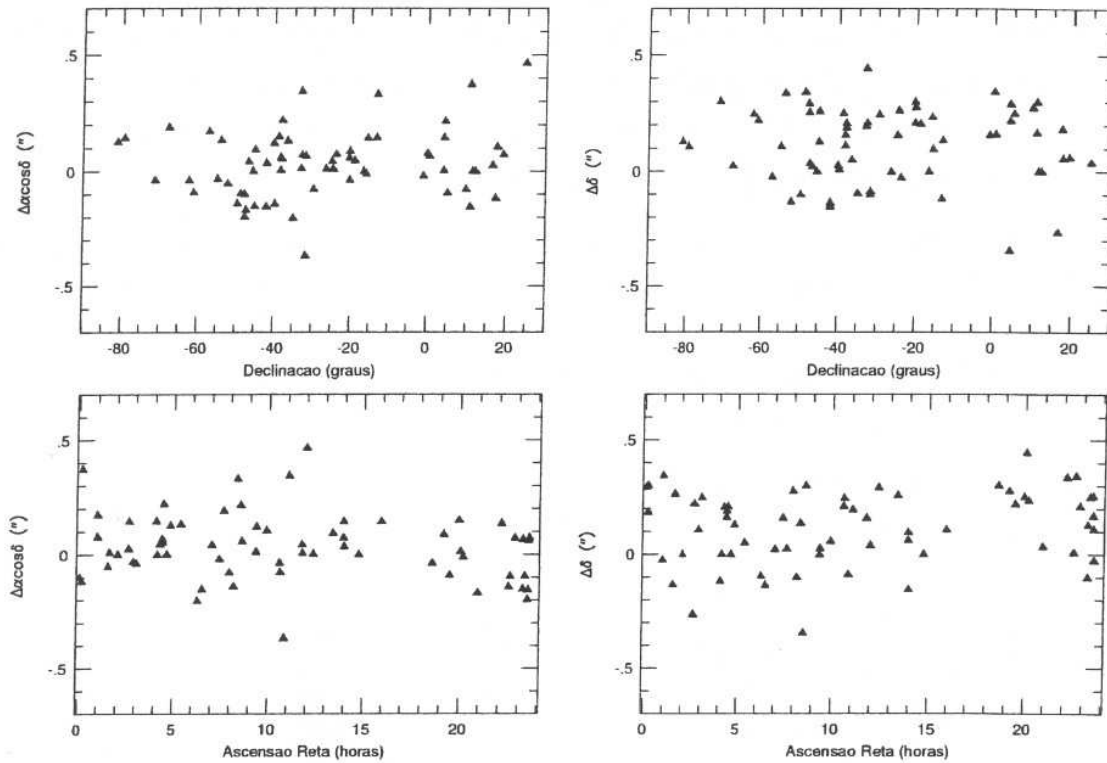


Figura 6.10: Diferenças posicionais A2.0 corrigido, na data do mesmo, pelo Tycho-2 menos ICRF contra coordenadas celestes das fontes rádio.

A comparação apresentada na figura não apresenta o residual sistemático crescente para as declinações próximas ao pólo. Contudo, é possível verificar um valor médio significativo, especialmente $\Delta\delta$, para as diferenças ilustradas.

Com o intuito de verificar tal indicação, foram calculados as médias e os desvios padrão para estas comparações, além das comparações das coordenadas dos campos do A2.0 corrigidas com o ACT e o UCAC1, com as coordenadas ICRF.

Tabela 6.3 Médias e desvios padrão das diferenças posicionais entre as coordenadas do A2.0 corrigido, na data do A2.0, e as coordenadas rádio das fontes do ICRF. Sentido A2.0 – ICRF.

Correção A2.0	N ^o	$\langle \Delta \alpha \cos \delta \rangle$	E_{α}	σ_{α}	$\langle \Delta \delta \rangle$	E_{δ}	σ_{δ}
Tycho-2 D. A2.0	68	+48	± 20	168	+118	± 20	166
ACT D. A2.0	58	+44	± 20	156	+118	± 22	167
UCAC1 D. A2.0	45	-37	± 27	179	-33	± 34	226

Todos os valores estão expressos em "mas". O índice "D. A2.0" indica a correção do A2.0 feita na data do próprio A2.0. Todas as fontes, cujas diferenças médias quadráticas (em α e δ) foram maiores que $0''{,}6$, não participaram da comparação.

A tabela 6.3 mostra que de fato as diferenças para o caso da correção A2.0 não somente pelo Tycho-2, mas também pelo ACT, apresentam valores elevados para as médias em declinação. Isto decorre do fato do A2.0 possuir diferentes dependências sistemáticas para diferentes regimes de magnitudes (Assafin e col., 2001, Tabela 1). Desta forma, ao corrigirmos o A2.0 pelo Tycho-2 e pelo ACT, é implementada a correção correta para o regime das estrelas mais brilhantes, o qual é substancialmente diferente do regime de magnitudes das fontes do ICRF.

Portanto o método de correção local corrige corretamente os desvios do A2.0, para a faixa de magnitude do catálogo de correção. Ele também minimiza, ou até mesmo corrige (correção UCAC1), algumas tendências sistemáticas do A2.0 original. A qualidade desta correção é tão melhor quanto mais preciso e mais denso for o catálogo astrométrico primário utilizado.

Sabendo que o A2.0 apresenta diferentes regimes de magnitude, com diferentes dependências sistemáticas, foi realizada uma correção que compensasse este fato. Tendo

em conta que as posições óticas das fontes do ICRF são determinadas com as posições obtidas para as estrelas secundárias do A2.0 (regime intermediário de magnitudes), foram retiradas das posições A2.0 corrigidas pelo ACT e Tycho-2 a parte sistemática devida à correção realizada. Em seguida, foi introduzido um valor sistemático equivalente a uma correção do A2.0 original por estrelas de um regime intermediário de magnitudes no mesmo referencial dos catálogos ACT e Tycho-2. Para o caso das correções feitas na data do A2.0, foram usados os valores descritos na primeira linha (regime de magnitudes brilhantes) e segunda linha (regime de magnitudes intermediárias) da Tabela 1 encontrada em Assafin e col. (2001). No caso da correção na data da observação a solução não foi tão simples. Era necessário ter diferenças sistemáticas entre o A2.0 e uma representação do HCRF para o regime intermediário de magnitudes em tal data, já que a princípio possuímos as diferenças sistemáticas para o regime das magnitudes brilhantes nesta data. A solução encontrada foi usar as diferenças sistemáticas entre o UCAC1 na data da observação e o A2.0, uma vez que a quase totalidade das estrelas do UCAC1 está na faixa intermediária de magnitudes. Contudo, o UCAC1 é limitado em declinação. Isto sem dúvida acarreta erros em nossa tentativa de obter coordenadas A2.0 corrigidas sistematicamente na faixa de magnitudes intermediárias, pois é sabido que o A2.0 possui diferentes dependências sistemáticas ao norte e ao sul da região de conexão de seus dois levantamentos formadores.

Já estando as estrelas do UCAC1, usadas na correção do A2.0, no regime intermediário de magnitudes, não foi necessário efetuar quaisquer correções às coordenadas A2.0 corrigidas por este catálogo.

De posse das posições (x,y) obtidas das imagens CCD no capítulo anterior e das coordenadas A2.0 corrigidas aqui, inclusive levando-se em conta os diferentes regimes de magnitudes do A2.0, foi possível determinar as coordenadas óticas das fontes rádio extragalácticas que serão apresentadas no capítulo a seguir.

Capítulo 7

As coordenadas óticas das fontes extragalácticas

A determinação das posições das contrapartidas óticas das fontes do ICRF seguiu, com algumas variações, a metodologia desenvolvida durante a tese de doutorado de Marcelo Assafin e defendida nesta mesma instituição (Assafin, 1996). No caso atual, o referencial adotado é o HCRF, via campos corrigidos do USNO-A2.0 (Capítulo 6). As contrapartidas óticas das fontes extragalácticas são fornecidas por campos CCD obtidos no telescópio de 1,60m do LNA (Capítulo 5).

Cabe neste momento fazermos uma rápida retrospectiva dos passos do método de determinação de posição ótica de uma dada fonte extragaláctica, usado aqui. Primeiro, é realizada a correção local do catálogo USNO-A.2.0 pelos catálogos UCAC1, Tycho-2 e ACT em duas datas diferentes, a data do próprio A2.0 e a data da observação do campo CCD. O segundo passo consta em fazer a identificação destas estrelas do A2.0 e da contrapartida ótica da fonte rádio extragaláctica em um campo CCD obtido a partir de observações feitas no LNA. O último passo é obter as coordenadas equatoriais da fonte rádio extragaláctica do ICRF, a partir destes dois conjuntos: posições (x,y) observadas e posições (α,δ) de campos corrigidos do A2.0.

O ajuste final adotado consta de métodos astrográficos (Green, 1985) seguindo uma relação linear entre as coordenadas medidas (x,y) e as coordenadas padrão (X,Y) (7.1), das estrelas secundárias, provindas das projeções gnomônicas das coordenadas equatoriais (α,δ) dos campos A2.0 corrigidos.

$$X = ax + by + c$$

(7.1)

$$Y = dx + ey + f$$

As constantes dos polinômios podem ser determinadas segundo uma solução por mínimos quadrados. De posse dos valores destes parâmetros, as coordenadas equatoriais do objeto alvo podem ser obtidas a partir das relações lineares (7.1) e subsequente projeções gnomônicas inversas.

Na obtenção das coordenadas equatoriais, a paralaxe anual, geocêntrica e diurna são desprezíveis (em geral desconhecidas); a aberração e refração diferencial monocromática são corrigidas, para primeira ordem, na redução das medidas de campo CCD. Tais contribuições de primeira ordem são incluídas nos parâmetros do polinômio.

7.1 Apresentação das coordenadas óticas das fontes do ICRF

Partindo de um total analisado de 89 fontes ao sul de $+25^\circ$, são apresentados para este projeto resultados astrométricos de 77 fontes rádio extragalácticas. Os resultados citados derivam da determinação das coordenadas óticas dessas fontes ICRF, segundo o método descrito anteriormente. Das 77 fontes, 49 são definidoras do ICRF e 25 têm índice de estrutura determinado (Fey e Charlot, 2000). Destas 25, 15 têm índice estrutural igual a 1 ou 2. Das 12 fontes analisadas e que não tiveram posição ótica determinada, 10 ou não apareceram nas imagens CCD (“empty field”), ou apresentaram contagem baixa demais, em relação ao fundo de céu, para terem os respectivos centróides determinados. Para o caso das outras duas fontes (0809-493 e 1329-665), os respectivos ajustes finais, descritos no item anterior, entre as posições (x,y) medidas e as coordenadas A2.0 corrigidas não convergiram.

A limitação de cobertura do UCAC1 ($\delta < -15^\circ$), bem como a dinâmica dos testes e abordagens para as reduções realizadas, fez surgir o seguinte cenário: 53 fontes reduzidas pelo catálogo UCAC1, as quais em termos de precisão se constituem no principal conjunto aqui apresentado; 76 fontes reduzidas pelo Tycho-2 e 64 fontes reduzidas pelo ACT. Não devemos esquecer que as reduções com cada catálogo foram feitas em duas datas distintas, data original da placa do A2.0 e data da observação do campo CCD.

Nas tabelas 2 a seguir são listadas coordenadas óticas obtidas, segundo a redução nas duas datas já citadas, para 77 fontes extragalácticas do programa, no ICRS. Estas coordenadas estão referidas aos campos do A2.0 corrigidos por catálogos, no HCRF.

Tais tabelas apresentam as seguintes informações para cada objeto extragaláctico:

- Designação IERS da fonte rádio extragaláctica, a qual para estes casos é coincidente com a notação B1950;
- Tipo de fonte extragaláctica ICRF (T), sendo D para definidora, C para candidata e O para outras;
- Índice de estrutura (I), segundo a publicação de Fey e Charlot (2000);
- Magnitudes R e B do USNO-A2.0;
- Coordenadas das contrapartidas óticas das fontes ICRF no HCRF;
- Diferença ótico menos rádio (O – R), entre as coordenadas óticas determinadas e a coordenada rádio do ICRF;
- Erro de determinação da coordenada ótica calculada da fonte ICRF.

Cada objeto apresenta duas entradas (linhas). Na primeira, são listados os dados referentes à redução na data de observação dos respectivos campos CCD, na segunda os dados referentes à redução na data original do A2.0.

Sabendo que o erro da determinação da posição rádio do ICRF é da ordem de 1mas (Ma e col, 1998) e que a separação típica entre as imagens ótica e rádio das fontes do ICRF é de 8mas (da Silva Neto e col, 2002), podemos admitir que o erro da diferença O–R de uma fonte do ICRF é devido aos erros associados à determinação da posição ótica desta fonte, uma vez que o erro desta determinação ótica apresenta um valor bem superior a estes dois citados.

Tabela 7.1^a Coordenadas das contrapartidas óticas de fontes rádio do ICRF, reduzidas no HCRF pelo catálogo UCAC1, em duas datas distintas.

Nome	T	I	mag	mag.	coordenadas óticas					$\Delta\cos\delta$	E_{α}	$\Delta\delta$	E_{δ}	
IERS			R	B	l	m	s	o	'	''	''	''	''	
0002-478	C		17.60	17.30	0	4	35.6568	-47	36	19.479	+0.013	0.033	+0.124	0.033
0002-478					0	4	35.6486	-47	36	19.270	-0.071	0.050	+0.333	0.057
0047-579	D		16.90	17.00	0	49	59.4852	-57	38	26.978	+0.097	0.127	+0.361	0.096
0047-579					0	49	59.4763	-57	38	26.997	+0.026	0.127	+0.342	0.096
0056-572	C		17.10	17.60	0	58	46.5873	-56	59	11.457	+0.050	0.030	+0.013	0.024
0056-572					0	58	46.5737	-56	59	11.627	-0.062	0.032	-0.157	0.022
0131-522	D		17.60	18.20	1	33	5.7614	-52	0	3.942	-0.010	0.029	+0.005	0.028
0131-522					1	33	5.7274	-52	0	4.026	-0.324	0.032	-0.080	0.033
0135-247	D		16.90	17.30	1	37	38.3486	-24	30	53.777	+0.031	0.052	+0.108	0.007
0135-247					1	37	38.3122	-24	30	53.081	-0.467	0.112	+0.804	0.072
0220-349	D				2	22	56.4016	-34	41	28.738	+0.000	0.046	-0.009	0.029
0220-349					2	22	56.3874	-34	41	28.729	-0.175	0.043	+0.001	0.023
0252-549	C		17.60	17.40	2	53	29.1657	-54	41	51.406	-0.128	0.045	+0.030	0.025
0252-549					2	53	29.1505	-54	41	51.511	-0.259	0.038	-0.075	0.034
0302-623	D		17.70	18.80	3	3	50.6193	-62	11	25.528	-0.084	0.031	+0.021	0.039
0302-623					3	3	50.6021	-62	11	25.660	-0.204	0.035	-0.110	0.035
0414-189	D	I	17.00	17.50	4	16	36.5460	-18	51	8.243	+0.022	0.045	+0.096	0.051
0414-189					4	16	36.5410	-18	51	8.040	-0.048	0.042	+0.300	0.065
0422-380	D		17.00	17.70	4	24	42.2473	-37	56	20.597	+0.043	0.040	+0.187	0.040
0422-380					4	24	42.2330	-37	56	20.602	-0.126	0.021	+0.182	0.058
0426-380	D		16.30	18.60	4	28	40.4440	-37	56	19.392	+0.233	0.047	+0.188	0.024
0426-380					4	28	40.4276	-37	56	19.431	+0.039	0.047	+0.149	0.024
0437-454	D		17.80	20.10	4	39	0.8476	-45	22	22.565	-0.074	0.016	-0.003	0.020
0437-454					4	39	0.8331	-45	22	22.640	-0.227	0.026	-0.078	0.027
0454-810	D		17.70	18.80	4	50	5.4303	-81	1	2.382	-0.023	0.017	-0.151	0.019
0454-810					4	50	5.4139	-81	1	2.613	-0.061	0.018	-0.382	0.021
0521-365	D		11.90	12.90	5	22	57.9851	-36	27	30.871	+0.007	0.021	-0.021	0.015
0521-365					5	22	57.9973	-36	27	31.148	+0.154	0.016	-0.298	0.060
0614-349	C		17.20	19.90	6	16	35.9918	-34	56	16.743	+0.129	0.016	-0.179	0.020
0614-349					6	16	35.9884	-34	56	17.044	+0.087	0.017	-0.480	0.021
0629-418	D		17.70	18.20	6	31	11.9948	-41	54	27.048	-0.036	0.014	-0.102	0.012
0629-418					6	31	11.9857	-41	54	27.346	-0.137	0.016	-0.401	0.013
0738-674	D		18.00	19.00	7	38	56.5073	-67	35	50.810	+0.063	0.014	+0.016	0.015
0738-674					7	38	56.5081	-67	35	50.994	+0.068	0.015	-0.169	0.017
0834-201	D		17.70	18.70	8	36	39.2183	-20	16	59.378	+0.044	0.013	+0.125	0.020
0834-201					8	36	39.2179	-20	16	59.476	+0.038	0.013	+0.027	0.019
0919-260	O	3	17.60	17.90	9	21	29.3557	-26	18	43.428	+0.025	0.019	-0.042	0.017
0919-260					9	21	29.3572	-26	18	43.622	+0.045	0.018	-0.236	0.019

Tabela 7.1^a Continuação

Nome	T	I	mag.	mag.	coordenadas óticas				$\Delta \cos \delta$	E_a	$\Delta \delta$	E_δ
IERS			R	B	l	m	s	o	'	"	"	"
0920-397	C		17.20	17.50	9 22	46.4184	-39 59	35.104	+0.001	0.010	-0.037	0.015
0920-397					9 22	46.4206	-39 59	35.245	+0.027	0.046	-0.178	0.056
1032-199	D				10 35	2.1571	-20 11	34.280	+0.027	0.030	+0.079	0.039
1032-199					10 35	2.1685	-20 11	34.325	+0.187	0.044	+0.035	0.052
1034-293	O	1			10 37	16.0682	-29 34	2.725	-0.150	0.031	+0.088	0.020
1034-293					10 37	16.0716	-29 34	2.772	-0.106	0.031	+0.041	0.019
1048-313	C		17.20	18.80	10 51	4.7721	-31 38	14.305	-0.069	0.017	+0.003	0.013
1048-313					10 51	4.7793	-31 38	14.432	+0.023	0.018	-0.125	0.013
1101-325	C		15.20	16.90	11 3	31.5460	-32 51	16.672	+0.248	0.026	+0.020	0.017
1101-325					11 3	31.5631	-32 51	16.917	+0.463	0.020	-0.225	0.022
1129-580	C		15.30	17.10	11 31	43.2822	-58 18	53.425	-0.041	0.011	+0.021	0.028
1129-580					11 31	43.3130	-58 18	53.533	+0.202	0.083	-0.087	0.070
1143-245	D		17.30	17.60	11 46	8.1101	-24 47	32.891	+0.092	0.021	+0.005	0.023
1143-245					11 46	8.1263	-24 47	33.042	+0.313	0.022	-0.145	0.028
1144-379	C		16.00	18.50	11 47	1.3704	-38 12	10.922	-0.003	0.023	+0.101	0.015
1144-379					11 47	1.3791	-38 12	10.897	+0.099	0.020	+0.126	0.015
1320-446	C		17.70	18.20	13 23	4.2478	-44 52	33.813	+0.022	0.017	+0.040	0.017
1320-446					13 23	4.2580	-44 52	33.876	+0.130	0.027	-0.024	0.038
1329-665	C				13 32	37.2655	-66 46	51.598	-1.490	1.140	-1.151	1.183
1329-665												
1334-649	C		17.80	21.00	13 37	52.3034	-65 9	28.348	-0.890	0.044	-3.451	0.069
1334-649					13 37	52.3049	-65 9	28.369	-0.880	0.062	-3.472	0.102
1354-152	C	1	17.50	17.00	13 57	11.2388	-15 27	28.803	-0.089	0.064	-0.017	0.098
1354-152					13 57	11.2672	-15 27	28.552	+0.322	0.091	+0.234	0.103
1355-416	C		15.60	15.10	13 59	0.1826	-41 52	52.720	-0.007	0.022	-0.088	0.019
1355-416					13 59	0.1788	-41 52	52.848	-0.050	0.054	-0.216	0.040
1435-218	C		17.70	17.60	14 38	9.4660	-22 4	54.852	-0.046	0.026	-0.104	0.022
1435-218					14 38	9.4627	-22 4	55.025	-0.092	0.035	-0.278	0.023
1443-162	C	2			14 45	53.3831	-16 29	1.648	+0.099	0.042	-0.029	0.025
1443-162					14 45	53.4024	-16 29	1.608	+0.375	0.046	+0.010	0.042
1549-790	D		16.80	17.20	15 56	58.8678	-79 14	4.277	-0.006	0.013	+0.004	0.014
1549-790					15 56	58.8453	-79 14	4.238	-0.069	0.014	+0.043	0.015
1831-711	C		16.50	17.60	18 37	28.7140	-71 8	43.464	-0.005	0.017	+0.090	0.018
1831-711					18 37	28.7217	-71 8	43.503	+0.033	0.019	+0.051	0.018
1908-201	C		17.50	18.10	19 11	9.6477	-20 6	55.188	-0.072	0.017	-0.080	0.026
1908-201					19 11	9.6415	-20 6	55.202	-0.159	0.025	-0.094	0.033
1925-610	C		18.10	19.60	19 30	6.1571	-60 56	9.091	-0.021	0.017	+0.092	0.016
1925-610					19 30	6.1255	-60 56	9.170	-0.251	0.017	+0.013	0.017
1954-388	D		17.00	18.00	19 57	59.8315	-38 45	6.334	+0.143	0.024	+0.022	0.021
1954-388					19 57	59.8257	-38 45	6.161	+0.076	0.019	+0.195	0.024

Tabela 7.1^a Continuação

Nome	T	I	mag	mag.	coordenadas óticas					$\Delta\alpha\cos\delta$	E_α	$\Delta\delta$	E_δ	
IERS			R	B	l	m	s	o	'	"	"	"	"	
2000-330	D		17.20	18.30	20	3	24.1093	-32	51	45.001	-0.087	0.016	+0.131	0.016
2000-330					20	3	24.1051	-32	51	44.763	-0.141	0.017	+0.369	0.017
2008-159	O	I	16.40	17.00	20	11	15.7096	-15	46	40.196	-0.018	0.029	+0.056	0.026
2008-159					20	11	15.7148	-15	46	39.914	+0.057	0.034	+0.338	0.035
2052-474	D		18.00	18.10	20	56	16.3591	-47	14	47.669	-0.007	0.013	-0.042	0.014
2052-474					20	56	16.3343	-47	14	47.721	-0.260	0.018	-0.094	0.013
2059-786	D		17.40	20.90	21	5	44.8904	-78	25	34.520	-0.214	0.014	+0.026	0.014
2059-786					21	5	44.8502	-78	25	34.371	-0.335	0.014	+0.175	0.015
2204-540	D		17.70	18.20	22	7	43.7403	-53	46	33.780	+0.063	0.036	+0.039	0.033
2204-540					22	7	43.7430	-53	46	33.733	+0.087	0.030	+0.087	0.027
2227-399	C		16.10	17.80	22	30	40.2795	-39	42	52.110	+0.010	0.035	-0.044	0.029
2227-399					22	30	40.2637	-39	42	52.208	-0.172	0.037	-0.141	0.036
2232-488	D		18.00	17.20	22	35	13.2014	-48	35	58.926	-0.348	0.114	-0.132	0.050
2232-488					22	35	13.1795	-48	35	58.592	-0.565	0.138	+0.202	0.066
2245-328	C		17.70	17.90	22	48	38.6932	-32	35	52.145	+0.095	0.048	+0.042	0.035
2245-328					22	48	38.6834	-32	35	51.916	-0.028	0.065	+0.271	0.038
2311-452	C		17.80	19.20	23	14	9.3900	-44	55	49.320	+0.077	0.055	-0.082	0.026
2311-452					23	14	9.3748	-44	55	49.239	-0.084	0.036	-0.002	0.036
2312-319	D		17.20	18.20	23	14	48.5123	-31	38	39.772	+0.150	0.041	-0.246	0.063
2312-319					23	14	48.5033	-31	38	39.831	+0.034	0.041	-0.305	0.063
2326-477	D		16.30	16.90	23	29	17.6975	-47	30	18.901	-0.070	0.011	+0.214	0.016
2326-477					23	29	17.6795	-47	30	18.870	-0.251	0.011	+0.245	0.016
2329-384	D		16.60	17.00	23	31	59.4855	-38	11	47.563	+0.112	0.043	+0.087	0.028
2329-384					23	31	59.4651	-38	11	47.541	-0.129	0.039	+0.109	0.031
2331-240	C		11.50	11.30	23	33	55.2396	-23	43	40.708	+0.026	0.031	-0.051	0.037
2331-240					23	33	55.2354	-23	43	40.741	-0.032	0.031	-0.084	0.049

T designa o tipo de fonte ICRF, I é o índice estrutural da fonte e E o erro da posição ótica. Na Segunda linha de cada fonte, são listados os dados referentes à redução na data original do A2.0.

Uma forma de comparar e avaliar a qualidade do ajuste é através das diferenças O–C, entre as coordenadas óticas calculadas e as coordenadas dos campos corrigidos do A2.0, para todas as estrelas que participaram dos ajustes.

Para o cálculo dos desvios padrão, na tabela abaixo, foram rejeitadas todas as estrelas que apresentavam a média quadrática de suas diferenças O – C, em α e δ , superior a 600mas.

Tabela 7.2^a Desvios padrão para as diferenças O – C entre as coordenadas óticas calculadas e as coordenadas do A2.0 corrigido pelo UCAC1.

	σ_{α}	σ_{δ}	N
Estrelas ajustadas na Data CCD	111	108	1629
Estrelas ajustadas na Data A2.0	127	129	1303

Todos os valores estão expressos em "mas".

Os desvios padrão das estrelas participantes dos ajustes indicam a qualidade destes e fornecem a precisão típica com que estas posições foram obtidas. Contudo, 111 para investigar se os valores da tabela 7.2 indicam a precisão típica das coordenadas calculadas, é necessária a comparação com um referencial independente. Tal investigação será feita no capítulo 8.

A representação mais completa do conjunto de coordenadas obtidas neste trabalho foi aquela reduzida pelo catálogo Tycho-2.

Tabela 7.1^b Coordenadas das contrapartidas óticas de fontes rádio do ICRF, reduzidas no HCRF pelo catálogo Tycho-2, em duas datas distintas.

Nome	T	I	mag.	mag.	coordenadas óticas				$\Delta\cos\delta$	E_{α}	$\Delta\delta$	E_{δ}
IERS			R	B	l	m	s	,"	"	"	"	"
0002-478	C		17.60	17.30	0 4 35.6593	-47 36 19.409			+0.028	0.028	+0.194	0.046
0002-478					0 4 35.6546	-47 36 19.362			-0.009	0.030	+0.241	0.040
0007+106	D		13.60	14.10	0 10 31.0079	+10 58 29.425			+0.059	0.099	-0.079	0.040
0007+106					0 10 31.0121	+10 58 29.633			+0.091	0.099	+0.130	0.040
0007+171	D	3	16.70	17.10	0 10 34.0005	+17 24 18.490			+0.169	0.056	-0.271	0.051
0007+171					0 10 33.9864	+17 24 18.862			-0.061	0.056	+0.101	0.051
0047-579	D		16.90	17.00	0 49 59.4940	-57 38 26.865			+0.154	0.127	+0.474	0.096
0047-579					0 49 59.5044	-57 38 26.966			+0.252	0.127	+0.373	0.096
0056-572	C		17.10	17.60	0 58 46.5914	-56 59 11.603			+0.069	0.032	-0.133	0.022
0056-572					0 58 46.5790	-56 59 11.570			-0.018	0.031	-0.100	0.024
0056-001	C	4			0 59 5.5243	+0 6 51.629			+0.170	0.077	+0.007	0.051
0056-001					0 59 5.5043	+0 6 51.834			-0.159	0.077	+0.213	0.051

Tabela 7.1^b Continuação

Nome	T	I	mag.	mag.	coordenadas óticas				$\Delta\alpha\cos\delta$	E_α	$\Delta\delta$	E_δ
IERS			R	B	l	m	s	,"	"	"	"	"
0131-522	D		17.60	18.20	1 33	5.7472	-52 0	4.057	-0.153	0.032	-0.110	0.033
0131-522					1 33	5.7514	-52 0	4.026	-0.103	0.029	-0.080	0.033
0135-247	D		16.90	17.30	1 37	38.3520	-24 30	53.854	+0.074	0.112	+0.031	0.099
0135-247					1 37	38.3459	-24 30	53.736	-0.006	0.113	+0.149	0.099
0201+113	C	2			2 3	46.6502	+11 34	45.029	-0.071	0.155	-0.380	0.066
0201+113					2 3	46.6573	+11 34	45.320	+0.003	0.116	-0.090	0.098
0220-349	D				2 22	56.4042	-34 41	28.785	+0.027	0.044	-0.056	0.019
0220-349					2 22	56.3984	-34 41	28.716	-0.039	0.042	+0.013	0.023
0235+164	D	1	18.70	19.30	2 38	38.9282	+16 36	58.878	+0.002	0.083	-0.397	0.069
0235+164					2 38	38.9218	+16 36	59.298	-0.121	0.083	+0.023	0.069
0237+040	C	2	17.50	17.20	2 39	51.2866	+4 16	21.245	+0.382	0.074	-0.167	0.199
0237+040					2 39	51.2728	+4 16	21.573	+0.147	0.074	+0.162	0.199
0252-549	C		17.60	17.40	2 53	29.1638	-54 41	51.403	-0.157	0.038	+0.033	0.034
0252-549					2 53	29.1579	-54 41	51.390	-0.195	0.038	+0.046	0.034
0302-623	D		17.70	18.80	3 3	50.6155	-62 11	25.360	-0.127	0.031	+0.189	0.039
0302-623					3 3	50.6096	-62 11	25.468	-0.152	0.031	+0.082	0.039
0403-132	O	1	17.70	17.40	4 5	34.0113	-13 8	13.814	+0.144	0.075	-0.124	0.048
0403-132					4 5	34.0000	-13 8	13.780	-0.051	0.077	-0.089	0.050
0406+121	D	2			4 9	22.0052	+12 17	39.803	-0.023	0.087	-0.044	0.029
0406+121					4 9	21.9912	+12 17	39.870	-0.257	0.089	+0.023	0.090
0414-189	D	1	17.00	17.50	4 16	36.5455	-18 51	8.264	+0.043	0.038	+0.076	0.053
0414-189					4 16	36.5423	-18 51	8.259	-0.033	0.038	+0.081	0.053
0422-380	D		17.00	17.70	4 24	42.2493	-37 56	20.620	+0.060	0.032	+0.163	0.049
0422-380					4 24	42.2476	-37 56	20.689	+0.046	0.033	+0.095	0.057
0422+004	D	2	15.60	16.10	4 24	46.8517	+0 36	6.360	+0.175	0.034	+0.030	0.041
0422+004					4 24	46.8470	+0 36	6.416	+0.075	0.034	+0.086	0.041
0426-380	D		16.30	18.60	4 28	40.4459	-37 56	19.416	+0.249	0.047	+0.163	0.024
0426-380					4 28	40.4425	-37 56	19.464	+0.215	0.047	+0.116	0.024
0437-454	D		17.80	20.10	4 39	0.8518	-45 22	22.595	-0.040	0.023	-0.033	0.031
0437-454					4 39	0.8466	-45 22	22.685	-0.085	0.026	-0.123	0.027
0454-810	D		17.70	18.80	4 50	5.4579	-81 1	2.293	+0.015	0.018	-0.062	0.019
0454-810					4 50	5.4379	-81 1	2.470	-0.005	0.018	-0.239	0.022
0521-365	D		11.90	12.90	5 22	57.9973	-36 27	30.922	+0.148	0.016	-0.072	0.043
0521-365					5 22	57.9969	-36 27	31.020	+0.148	0.016	-0.169	0.060
0614-349	C		17.20	19.90	6 16	35.9893	-34 56	16.733	+0.093	0.021	-0.170	0.021
0614-349					6 16	35.9948	-34 56	16.831	+0.166	0.018	-0.267	0.021
0629-418	D		17.70	18.20	6 31	11.9867	-41 54	27.059	-0.134	0.016	-0.113	0.012
0629-418					6 31	11.9888	-41 54	27.177	-0.103	0.016	-0.232	0.012
0700-465	C				7 1	34.5466	-46 34	36.682	-0.015	0.038	-0.063	0.034
0700-465					7 1	34.5516	-46 34	36.832	+0.046	0.039	-0.212	0.035

Tabela 7.1^b Continuação

Nome	T	I	mag.	mag.	coordenadas óticas			$\Delta\cos\delta$	E_{α}	$\Delta\delta$	E_{δ}	
IERS			R	B	l	m	s	,"	"	"	"	
0723-008	D	3	16.70	17.00	7 25	50.6390	- 0 54	56.520	+0.016	0.030	+0.024	0.034
0723-008					7 25	50.6468	- 0 54	56.493	+0.103	0.030	+0.051	0.035
0738-674	D		18.00	19.00	7 38	56.5010	-67 35	50.740	+0.008	0.015	+0.085	0.019
0738-674					7 38	56.5204	-67 35	50.876	+0.138	0.014	-0.050	0.016
0754+100	D	2	14.80	14.70	7 57	6.6343	+ 9 56	34.886	-0.098	0.035	+0.034	0.031
0754+100					7 57	6.6426	+ 9 56	34.917	-0.005	0.035	+0.065	0.031
0809-493	C				8 11	8.8206	-49 29	44.624	+0.166	0.225	-1.116	0.245
0809-493					8 11	8.8322	-49 29	44.755	+0.290	0.225	-1.246	0.245
0818-128	D	3	16.20	16.70	8 20	57.4457	-12 58	59.256	+0.001	0.016	-0.087	0.019
0818-128					8 20	57.4730	-12 58	59.248	+0.371	0.017	-0.079	0.019
0829+046	D	3	14.60	15.00	8 31	48.8695	+ 4 29	38.977	-0.081	0.194	-0.108	0.701
0829+046					8 31	48.8840	+ 4 29	39.032	+0.106	0.194	-0.053	0.701
0834-201	D		17.70	18.70	8 36	39.2141	-20 16	59.299	-0.017	0.013	+0.204	0.019
0834-201					8 36	39.2220	-20 16	59.329	+0.095	0.013	+0.174	0.019
0919-260	O	3	17.60	17.90	9 21	29.3516	-26 18	43.443	-0.033	0.019	-0.057	0.025
0919-260					9 21	29.3624	-26 18	43.464	+0.115	0.015	-0.078	0.021
0920-397	C		17.20	17.50	9 22	46.4139	-39 59	35.042	-0.057	0.048	+0.025	0.048
0920-397					9 22	46.4223	-39 59	35.105	+0.047	0.048	-0.037	0.048
0952+179	D	3	17.80	17.20	9 54	56.8509	+17 43	31.537	+0.418	0.183	+0.314	0.327
0952+179					9 54	56.8488	+17 43	31.788	+0.359	0.183	+0.566	0.327
1032-199	D				10 35	2.1540	-20 11	34.308	-0.019	0.044	-0.051	0.050
1032-199					10 35	2.1644	-20 11	34.251	+0.130	0.044	+0.108	0.050
1034-293	O	1										
1034-293					10 37	16.0787	-29 34	2.708	-0.013	0.031	+0.105	0.019
1048-313	C		17.20	18.80	10 51	4.7714	-31 38	14.351	-0.082	0.018	-0.044	0.013
1048-313					10 51	4.7842	-31 38	14.341	+0.086	0.019	-0.033	0.013
1101-325	C		15.20	16.90	11 3	31.5467	-32 51	16.733	+0.251	0.020	-0.042	0.021
1101-325					11 3	31.5632	-32 51	16.761	+0.465	0.020	-0.070	0.021
1129-580	C		15.30	17.10	11 31	43.2737	-58 18	53.540	-0.122	0.051	-0.094	0.093
1129-580					11 31	43.3075	-58 18	53.526	+0.158	0.059	-0.080	0.080
1143-245	D		17.30	17.60	11 46	8.0996	-24 47	32.904	-0.053	0.023	-0.008	0.022
1143-245					11 46	8.1173	-24 47	32.897	+0.190	0.024	-0.001	0.024
1144-379	C		16.00	18.50	11 47	1.3639	-38 12	10.914	-0.086	0.027	+0.109	0.016
1144-379					11 47	1.3816	-38 12	10.913	+0.129	0.020	+0.110	0.015
1155+251	D	4	16.90	18.50	11 58	25.7991	+24 50	18.386	+0.185	0.104	+0.422	0.084
1155+251					11 58	25.8375	+24 50	18.421	+0.677	0.104	+0.458	0.084
1219+044	D	2	17.00	17.20	12 22	22.5574	+ 4 13	15.532	+0.147	0.081	-0.245	0.035
1219+044					12 22	22.5578	+ 4 13	15.822	+0.123	0.081	+0.046	0.035
1234-504	C				12 37	15.1704	-50 46	31.205	-0.661	0.086	-8.034	0.110
1234-504					12 37	15.0548	-50 46	30.071	-1.746	0.201	-6.900	0.167

Tabela 7.1^b Continuação

Nome	T	I	mag.	mag.	coordenadas óticas				$\Delta\cos\delta$	E_{α}	$\Delta\delta$	E_{δ}	
IERS			R	B	l	m	s	c	''	''	''	''	
1320-446	C		17.70	18.20	13 23	4.2382	-44 52	33.875		-0.090	0.023	-0.023	0.029
1320-446					13 23	4.2681	-44 52	33.864		+0.237	0.030	-0.012	0.028
1329-665	C				13 32	37.2794	-66 46	51.756		-1.426	1.140	-1.310	1.183
1329-665													
1334-649	C		17.80	21.00	13 37	52.2815	-65 9	28.462		-1.046	0.062	-3.565	0.093
1334-649					13 37	52.3322	-65 9	28.414		-0.708	0.062	-3.517	0.093
1354+195	O	3	15.60	15.80	13 57	4.4151	+19 19	7.006		-0.277	0.072	-0.366	0.057
1354+195					13 57	4.4351	+19 19	7.253		-0.023	0.072	-0.118	0.057
1354-152	C	I	17.50	17.00	13 57	11.2433	-15 27	28.721		+0.005	0.056	+0.065	0.106
1354-152					13 57	11.2621	-15 27	28.652		+0.247	0.091	+0.134	0.104
1355-416	C		15.60	15.10	13 59	0.1632	-41 52	52.737		-0.232	0.054	-0.106	0.036
1355-416					13 59	0.1798	-41 52	52.695		-0.038	0.054	-0.063	0.036
1435-218	C		17.70	17.60	14 38	9.4616	-22 4	54.902		-0.109	0.035	-0.155	0.023
1435-218					14 38	9.4746	-22 4	54.831		+0.073	0.023	-0.083	0.023
1443-162	C	2			14 45	53.3801	-16 29	1.693		+0.083	0.046	-0.075	0.042
1443-162					14 45	53.3988	-16 29	1.664		+0.323	0.046	-0.046	0.042
1549-790	D		16.80	17.20	15 56	58.8772	-79 14	4.306		-0.005	0.014	-0.026	0.013
1549-790					15 56	58.8825	-79 14	4.232		+0.036	0.014	+0.049	0.013
1622-253	O	I	17.30	19.70	16 25	46.2764	-25 27	41.429		-8.334	0.032	-3.103	0.020
1622-253					16 25	46.2936	-25 27	41.244		-8.099	0.032	-2.918	0.020
1758-651	D												
1758-651					18 3	23.1176	-65 7	33.202		-2.391	0.017	+3.559	0.021
1814-637	C		13.10	14.30	18 19	35.2375	-63 45	48.494		+1.541	0.023	-0.301	0.024
1814-637					18 19	35.2382	-63 45	48.401		+1.563	0.024	-0.207	0.025
1831-711	C		16.50	17.60	18 37	28.7176	-71 8	43.394		-0.009	0.018	+0.160	0.017
1831-711					18 37	28.7157	-71 8	43.329		+0.004	0.016	+0.225	0.017
1908-201	C		17.50	18.10	19 11	9.6488	-20 6	55.178		-0.058	0.019	-0.070	0.032
1908-201					19 11	9.6503	-20 6	55.078		-0.036	0.020	+0.030	0.034
1925-610	C		18.10	19.60	19 30	6.1539	-60 56	9.151		-0.060	0.017	+0.032	0.016
1925-610					19 30	6.1478	-60 56	9.018		-0.088	0.017	+0.165	0.018
1954-388	D		17.00	18.00	19 57	59.8362	-38 45	6.207		+0.192	0.020	+0.149	0.024
1954-388					19 57	59.8324	-38 45	6.107		+0.154	0.019	+0.249	0.024
2000-330	D		17.20	18.30	20 3	24.1097	-32 51	44.974		-0.087	0.017	+0.158	0.017
2000-330					20 3	24.1092	-32 51	44.874		-0.090	0.017	+0.258	0.017
2008-159	O	I	16.40	17.00	20 11	15.7172	-15 46	40.292		+0.120	0.034	-0.039	0.035
2008-159					20 11	15.7122	-15 46	40.062		+0.018	0.034	+0.190	0.035
2052-474	D		18.00	18.10	20 56	16.3538	-47 14	47.762		-0.071	0.016	-0.135	0.012
2052-474					20 56	16.3459	-47 14	47.673		-0.141	0.016	-0.046	0.012
2059-786	D		17.40	20.90	21 5	44.8937	-78 25	34.499		-0.229	0.014	+0.047	0.015
2059-786					21 5	44.8753	-78 25	34.443		-0.259	0.014	+0.103	0.015

Tabela 7.1^b Continuação

Nome	T	I	mag.	mag.	coordenadas óticas				$\Delta\alpha\cos\delta$	E_α	$\Delta\delta$	E_δ		
IERS			R	B	l	m	s	c	''	''	''	''		
2109-811	D				21	16	30.2636	-80	53	54.487	-1.409	0.018	+0.736	0.025
2109-811														
2204-540	D		17.70	18.20	22	7	43.7525	-53	46	33.711	+0.158	0.031	+0.108	0.031
2204-540					22	7	43.7456	-53	46	33.629	+0.109	0.031	+0.191	0.031
2227-399	C		16.10	17.80	22	30	40.2838	-39	42	52.169	+0.053	0.047	-0.102	0.029
2227-399					22	30	40.2679	-39	42	52.069	-0.123	0.051	-0.003	0.030
2232-488	D		18.00	17.20	22	35	13.2097	-48	35	58.758	-0.276	0.138	+0.036	0.066
2232-488					22	35	13.1911	-48	35	58.695	-0.450	0.138	+0.099	0.066
2245-328	C		17.70	17.90	22	48	38.6978	-32	35	52.035	+0.149	0.071	+0.152	0.052
2245-328					22	48	38.6894	-32	35	51.919	+0.047	0.071	+0.268	0.052
2311-452	C		17.80	19.20	23	14	9.3948	-44	55	49.308	+0.118	0.055	-0.071	0.031
2311-452					23	14	9.3882	-44	55	49.317	+0.058	0.052	-0.080	0.045
2312-319	D		17.20	18.20	23	14	48.5219	-31	38	39.730	+0.268	0.041	-0.204	0.063
2312-319					23	14	48.5111	-31	38	39.617	+0.134	0.041	-0.091	0.063
2318+049	C	2	18.30	18.10	23	20	44.8605	+5	13	50.041	+0.088	0.080	+0.089	0.039
2318+049					23	20	44.8366	+5	13	50.108	-0.298	0.080	+0.156	0.039
2326-477	D		16.30	16.90	23	29	17.7046	-47	30	18.940	-0.007	0.011	+0.175	0.016
2326-477					23	29	17.6884	-47	30	18.901	-0.161	0.011	+0.213	0.016
2328+107	C	3	18.20	17.80	23	30	40.8708	+11	0	18.311	+0.302	0.087	-0.398	0.043
2328+107					23	30	40.8460	+11	0	18.682	-0.092	0.089	-0.027	0.041
2329-384	D		16.60	17.00	23	31	59.4829	-38	11	47.604	+0.074	0.046	+0.045	0.028
2329-384					23	31	59.4756	-38	11	47.504	-0.006	0.039	+0.146	0.031
2331-240	C		11.50	11.30	23	33	55.2335	-23	43	40.743	-0.061	0.023	-0.086	0.027
2331-240					23	33	55.2392	-23	43	40.597	+0.020	0.027	+0.060	0.028

T designa o tipo de fonte ICRF, I é o índice estrutural da fonte e E o erro da posição ótica. Na Segunda linha de cada fonte, são listados os dados referentes à redução na data original do A2.0.

Aqui também objetivando avaliar a qualidade dos ajustes, foi feita uma comparação entre as diferenças O – C. Para o cálculo dos desvios padrão, novamente foram rejeitadas todas as fontes que apresentavam a média quadrática de suas diferenças O–C, em α e δ , superior a 600mas.

Tabela 7.2^b Desvios padrão para as diferenças O–C entre as coordenadas óticas calculadas e as coordenadas do A2.0 corrigido pelo Tycho-2.

	σ_{α}	σ_{δ}	N
Estrelas ajustadas na Data CCD	128	129	1534
Estrelas ajustadas na Data A2.0	124	125	1538

Todos os valores estão expressos em “mas”.

Aqui, mais uma vez, os desvios padrão dão uma indicativa da qualidade do ajuste realizado. Além disto, eles fornecem a precisão típica com que estas posições foram obtidas.

De forma complementar, foi também estabelecido um conjunto de coordenadas no HCRF, segundo o catálogo ACT.

Tabela 7.1^c Coordenadas das contrapartidas óticas de fontes rádio do ICRF, reduzidas no HCRF pelo catálogo ACT, em duas datas distintas.

Nome	T	I	mag.	mag.	coordenadas óticas			$\Delta\alpha\cos\delta$	E_{α}	$\Delta\delta$	E_{δ}		
IERS			R	B	h	r	s	o	,	”	”	”	”
0002-478	C		17.60	17.30	0 4 35.6685	-47 36 19.368				+0.142	0.028	+0.235	0.046
0002-478					0 4 35.6507	-47 36 19.337				-0.049	0.030	+0.266	0.040
0007+106	D		13.60	14.10	0 10 31.0137	+10 58 29.421				+0.085	0.099	-0.083	0.040
0007+106					0 10 31.0057	+10 58 29.586				-0.002	0.099	+0.082	0.040
0007+171	D	3	16.70	17.10	0 10 34.0165	+17 24 18.527				+0.342	0.056	-0.234	0.051
0007+171					0 10 33.9865	+17 24 18.809				-0.061	0.056	+0.048	0.051
0047-579	D		16.90	17.00	0 49 59.4797	-57 38 27.050				+0.070	0.127	+0.290	0.097
0047-579					0 49 59.4687	-57 38 26.997				-0.035	0.108	+0.343	0.043
0056-572	C		17.10	17.60	0 58 46.5873	-56 59 11.733				+0.066	0.032	-0.263	0.022
0056-572					0 58 46.5757	-56 59 11.567				-0.045	0.033	-0.097	0.020
0056-001	C	4			0 59 5.5337	+0 6 51.488				+0.252	0.077	-0.134	0.051
0056-001					0 59 5.5030	+0 6 51.855				-0.179	0.077	+0.233	0.051
0131-522	D		17.60	18.20	1 33 5.7510	-52 0 4.070				-0.094	0.032	-0.123	0.033
0131-522					1 33 5.7462	-52 0 4.034				-0.151	0.029	-0.088	0.033
0201+113	C	2			2 3 46.6634	+11 34 45.091				+0.064	0.155	-0.319	0.066

Tabela 7.1^c Continuação

Nome	T	I	mag.		coordenadas óticas					$\Delta\alpha\cos\delta$	E_α	$\Delta\delta$	E_δ	
			R	B	h	l	s	o	''					
0201+113					2	3	46.6574	+11	34	45.272	+0.005	0.116	-0.137	0.098
0235+164	D	1	18.70	19.30	2	38	38.9360	+16	36	58.891	+0.056	0.083	-0.383	0.069
0235+164					2	38	38.9246	+16	36	59.418	-0.080	0.083	+0.144	0.069
0237+040	C	2	17.50	17.20	2	39	51.2846	+4	16	21.123	+0.292	0.074	-0.288	0.199
0237+040					2	39	51.2708	+4	16	21.573	+0.116	0.074	+0.161	0.199
0252-549	C		17.60	17.40	2	53	29.1828	-54	41	51.383	+0.036	0.038	+0.052	0.034
0252-549					2	53	29.1587	-54	41	51.396	-0.188	0.038	+0.040	0.034
0403-132	O	1	17.70	17.40	4	5	34.0171	-13	8	13.829	+0.170	0.075	-0.138	0.048
0403-132					4	5	33.9954	-13	8	13.704	-0.118	0.077	-0.013	0.050
0406+121	D	2			4	9	21.9946	+12	17	39.669	-0.236	0.090	-0.178	0.030
0406+121					4	9	21.9957	+12	17	39.868	-0.191	0.082	+0.021	0.091
0414-189	D	1	17.00	17.50	4	16	36.5524	-18	51	8.198	+0.085	0.038	+0.142	0.053
0414-189					4	16	36.5430	-18	51	8.195	-0.023	0.038	+0.144	0.053
0422-380	D		17.00	17.70	4	24	42.2489	-37	56	20.702	+0.069	0.091	+0.082	0.049
0422-380					4	24	42.2496	-37	56	20.667	+0.070	0.034	+0.117	0.056
0422+004	D	2	15.60	16.10	4	24	46.8558	+0	36	6.276	+0.176	0.034	-0.053	0.041
0422+004					4	24	46.8462	+0	36	6.391	+0.063	0.034	+0.062	0.041
0437-454	D		17.80	20.10	4	39	0.8521	-45	22	22.640	-0.017	0.023	-0.078	0.032
0437-454					4	39	0.8461	-45	22	22.676	-0.090	0.026	-0.114	0.027
0454-810	D		17.70	18.80	4	50	5.4365	-81	1	2.282	+0.020	0.018	-0.051	0.019
0454-810					4	50	5.4346	-81	1	2.465	-0.013	0.018	-0.234	0.022
0521-365	D		11.90	12.90	5	22	58.0026	-36	27	30.962	+0.224	0.022	-0.112	0.066
0521-365					5	22	57.9967	-36	27	30.990	+0.146	0.016	-0.140	0.060
0614-349	C		17.20	19.90	6	16	35.9969	-34	56	16.769	+0.198	0.021	-0.206	0.021
0614-349					6	16	35.9936	-34	56	16.801	+0.151	0.018	-0.237	0.021
0700-465	C				7	1	34.5507	-46	34	36.696	+0.048	0.038	-0.076	0.036
0700-465					7	1	34.5531	-46	34	36.825	+0.062	0.039	-0.205	0.035
0738-674	D		18.00	19.00	7	38	56.5135	-67	35	50.726	+0.120	0.014	-0.099	0.016
0738-674					7	38	56.5169	-67	35	50.854	+0.118	0.014	-0.029	0.016
0754+100	D	2	14.80	14.70	7	57	6.6416	+9	56	34.898	-0.050	0.035	+0.046	0.031
0754+100					7	57	6.6463	+9	56	35.018	+0.049	0.035	+0.166	0.031
0829+046	D	3	14.60	15.00	8	31	48.8731	+4	29	38.877	-0.087	0.194	-0.208	0.701
0829+046					8	31	48.8860	+4	29	38.988	+0.135	0.194	-0.097	0.701
0919-260	O	3	17.60	17.90	9	21	29.3535	-26	18	43.495	-0.001	0.019	-0.110	0.025
0919-260					9	21	29.3586	-26	18	43.476	+0.064	0.015	-0.090	0.021
0920-397	C		17.20	17.50	9	22	46.4240	-39	59	34.986	+0.074	0.075	+0.080	0.061
0920-397					9	22	46.4261	-39	59	35.249	+0.090	0.047	-0.182	0.047
0952+179	D	3	17.80	17.20	9	54	56.8456	+17	43	31.513	+0.285	0.183	+0.291	0.327
0952+179					9	54	56.8492	+17	43	31.796	+0.364	0.183	+0.574	0.327
1032-199	D				10	35	2.1541	-20	11	34.315	-0.013	0.044	+0.044	0.050

Tabela 7.1^c Continuação

Nome	T	I	mag. R	mag. B	coordenadas óticas						$\Delta\alpha\cos\delta$	E_α	$\Delta\delta$	E_δ
					h	m	s	o	'	"				
1032-199					10 35	2.1659	-20 11	34.271		+0.150	0.044	+0.088	0.050	
1034-293	O	1			10 37	16.0584	-29 34	2.607		-0.273	0.031	+0.205	0.019	
1034-293					10 37	16.0768	-29 34	2.676		-0.037	0.031	+0.137	0.019	
1048-313	C		17.20	18.80	10 51	4.7764	-31 38	14.343		-0.008	0.018	-0.036	0.013	
1048-313					10 51	4.7853	-31 38	14.306		+0.099	0.019	+0.001	0.013	
1101-325	C		15.20	16.90	11 3 31	55.18	-32 51	16.726		+0.327	0.020	-0.035	0.021	
1101-325					11 3 31	56.32	-32 51	16.781		+0.464	0.020	-0.089	0.021	
1129-580	C		15.30	17.10	11 31	43.2830	-58 18	53.657		-0.018	0.058	-0.211	0.073	
1129-580					11 31	43.3304	-58 18	53.477		+0.339	0.058	-0.031	0.073	
1143-245	D		17.30	17.60	11 46	8.1033	-24 47	32.950		+0.003	0.023	-0.054	0.022	
1143-245					11 46	8.1173	-24 47	32.914		+0.190	0.024	-0.018	0.024	
1144-379	C		16.00	18.50	11 47	1.3652	-38 12	10.843		-0.057	0.027	+0.180	0.016	
1144-379					11 47	1.3782	-38 12	10.866		+0.089	0.020	+0.157	0.015	
1155+251	D	4	16.90	18.50	11 58	25.8480	+24 50	18.432		+0.797	0.104	+0.469	0.084	
1155+251					11 58	25.8358	+24 50	18.290		+0.654	0.104	+0.327	0.084	
1219+044	D	2	17.00	17.20	12 22	22.5533	+4 13	15.575		+0.025	0.081	-0.201	0.035	
1219+044					12 22	22.5601	+4 13	15.847		+0.158	0.081	+0.071	0.035	
1234-504	C													
1234-504					12 37	15.0461	-50 46	30.070		-1.828	0.201	-6.899	0.167	
1320-446	C		17.70	18.20	13 23	4.2381	-44 52	33.936		-0.072	0.029	-0.084	0.028	
1320-446					13 23	4.2660	-44 52	33.851		+0.215	0.029	+0.001	0.028	
1334-649	C		17.80	21.00	13 37	52.2886	-65 9	28.567		-0.963	0.071	-3.670	0.096	
1334-649					13 37	52.3414	-65 9	28.585		-0.650	0.071	-3.688	0.096	
1354+195	O	3	15.60	15.80	13 57	4.4140	+19 19	6.958		-0.349	0.072	-0.415	0.057	
1354+195					13 57	4.4369	+19 19	7.204		+0.002	0.072	-0.168	0.057	
1354-152	C	1	17.50	17.00	13 57	11.2545	-15 27	28.660		+0.109	0.091	+0.126	0.104	
1354-152					13 57	11.2635	-15 27	28.644		+0.267	0.091	+0.142	0.104	
1355-416	C		15.60	15.10	13 59	0.1644	-41 52	52.781		-0.201	0.054	-0.149	0.036	
1355-416					13 59	0.1777	-41 52	52.706		-0.062	0.054	-0.075	0.036	
1435-218	C		17.70	17.60	14 38	9.4573	-22 4	54.895		-0.164	0.035	-0.148	0.023	
1435-218					14 38	9.4677	-22 4	54.771		-0.023	0.023	-0.023	0.023	
1443-162	C	2			14 45	53.3711	-16 29	2.079		-0.104	0.046	-0.461	0.042	
1443-162					14 45	53.3959	-16 29	1.797		+0.280	0.046	-0.178	0.042	
1549-790	D		16.80	17.20	15 56	58.8634	-79 14	4.234		+0.010	0.014	+0.046	0.013	
1549-790					15 56	58.8826	-79 14	4.200		+0.036	0.014	+0.081	0.013	
1622-253	O	1	17.30	19.70	16 25	46.2706	-25 27	41.428		-8.406	0.032	-3.102	0.020	
1622-253														
1758-651	D				18 3 23	13.75	-65 7	33.370		-2.246	0.017	+3.391	0.021	
1758-651					18 3 23	12.37	-65 7	33.130		-2.352	0.017	+3.631	0.021	
1814-637	C		13.10	14.30	18 19	35.2063	-63 45	48.523		+1.371	0.141	-0.329	0.078	

Tabela 7.1^c Continuação

Nome	T	I	mag. R	mag. B	coordenadas óticas			$\Delta\cos\delta$	E_{α}	$\Delta\delta$	E_{δ}
					h	r	s				
1814-637					18 19 35.2418	-63 45 48.313		+1.587	0.020	-0.119	0.022
1831-711	C		16.50	17.60	18 37 28.7299	-71 8 43.380		+0.096	0.018	+0.174	0.017
1831-711					18 37 28.7094	-71 8 43.280		-0.026	0.016	+0.274	0.017
1908-201	C		17.50	18.10	19 11 9.6488	-20 6 55.214		-0.054	0.019	-0.106	0.032
1908-201					19 11 9.6499	-20 6 55.107		-0.041	0.020	+0.001	0.034
1920-211	C				19 23 32.2525	-21 4 32.740		+0.881	0.259	+0.592	0.272
1920-211											
1925-610	C		18.10	19.60	19 30 6.1582	-60 56 9.135		+0.005	0.017	+0.048	0.017
1925-610					19 30 6.1411	-60 56 8.987		-0.138	0.017	+0.197	0.017
1936-155	C	1			19 39 26.8520	-15 25 43.685		+2.781	0.270	-0.628	0.252
1936-155					19 39 26.8493	-15 25 43.450		+2.769	0.270	-0.392	0.252
2008-159	O	1	16.40	17.00	20 11 15.7299	-15 46 40.407		+0.246	0.034	-0.154	0.035
2008-159					20 11 15.7144	-15 46 40.140		+0.050	0.034	+0.113	0.035
2052-474	D		18.00	18.10	20 56 16.3554	-47 14 47.809		-0.034	0.016	-0.182	0.012
2052-474					20 56 16.3430	-47 14 47.656		-0.172	0.016	-0.029	0.012
2106-413	D				21 9 33.5401	-41 10 19.310		+3.978	1.297	+1.295	0.798
2106-413					21 9 33.5003	-41 10 19.092		+3.520	0.927	+1.513	0.907
2204-540	D		17.70	18.20	22 7 43.7635	-53 46 33.686		+0.282	0.031	+0.133	0.033
2204-540					22 7 43.7495	-53 46 33.574		+0.144	0.031	+0.246	0.033
2227-399	C		16.10	17.80	22 30 40.2900	-39 42 52.319		+0.139	0.042	-0.253	0.029
2227-399					22 30 40.2714	-39 42 52.071		-0.083	0.042	-0.005	0.029
2232-488	D		18.00	17.20	22 35 13.2060	-48 35 58.735		-0.290	0.138	+0.059	0.066
2232-488					22 35 13.1928	-48 35 58.645		-0.433	0.138	+0.149	0.066
2245-328	C		17.70	17.90	22 48 38.6957	-32 35 51.984		+0.132	0.071	+0.203	0.052
2245-328					22 48 38.6863	-32 35 51.863		+0.008	0.071	+0.324	0.052
2311-452	C		17.80	19.20	23 14 9.3974	-44 55 49.555		+0.166	0.055	-0.318	0.031
2311-452					23 14 9.3901	-44 55 49.303		+0.078	0.052	-0.066	0.045
2318+049	C	2	18.30	18.10	23 20 44.8788	+5 13 50.028		+0.301	0.080	+0.076	0.039
2318+049					23 20 44.8394	+5 13 50.071		-0.256	0.080	+0.119	0.039
2326-477	D		16.30	16.90	23 29 17.7152	-47 30 18.953		+0.121	0.021	+0.161	0.018
2326-477					23 29 17.6899	-47 30 18.915		-0.146	0.011	+0.200	0.016
2328+107	C	3	18.20	17.80	23 30 40.8721	+11 0 18.487		+0.263	0.096	-0.223	0.041
2328+107					23 30 40.8488	+11 0 18.739		-0.050	0.093	+0.030	0.045
2331-240	C		11.50	11.30	23 33 55.2543	-23 43 40.601		+0.231	0.032	+0.056	0.030
2331-240					23 33 55.2388	-23 43 40.555		+0.015	0.025	+0.102	0.027

T designa o tipo de fonte ICRF, I é o índice estrutural da fonte e E o erro da posição ótica. Na Segunda linha de cada fonte, são listados os dados referentes à redução na data original do A2.0.

A qualidade do ajuste em relação ao ACT também foi avaliada por comparação entre as diferenças O – C. Para o cálculo dos desvios padrão, foram rejeitadas todas as fontes que apresentavam a média quadrática de suas diferenças O – C, em α e δ , superior a 600mas.

Tabela 7.2^c Desvios padrão para as diferenças O – C entre as coordenadas óticas calculadas e as coordenadas do A2.0 corrigido pelo ACT.

	σ_{α}	σ_{δ}	N
Estrelas ajustadas na Data CCD	133	128	1113
Estrelas ajustadas na Data A2.0	125	125	1101

Todos os valores estão expressos em “mas”.

Mais uma vez, os desvios padrão obtidos representam a qualidade deste ajuste e fornecem a precisão típica com que estas posições foram obtidas.

Uma vez que o erro associado a uma coordenada ótica é bem maior que o erro da posição rádio (1mas) e que a separação média entre os centros ótico e rádio das fontes extensas do ICRF é da ordem de 8mas (da Silva Neto e col., 2002), podemos adotar as coordenadas ICRF como padrão.

Para termos certeza da viabilidade do método descrito até aqui, como alternativa de fornecer campos secundários para a determinação da posição ótica de fontes rádio extragalácticas, iremos no próximo capítulo, fazer estudos comparativos entre as coordenadas padrão ICRF e as coordenadas óticas apresentadas. Também procuraremos evidenciar o bom desempenho do catálogo UCAC1, demonstrado até este ponto, para este tipo de trabalho.

Capítulo 8

Comparação com a coordenada rádio do ICRF

Além de fornecer coordenadas consideradas padrão, o ICRF se constitui no único referencial de alta precisão independente do HCRF, Portanto, a comparação das coordenadas do mesmo com as coordenadas óticas obtidas (capítulo 7) representa a melhor forma de avaliação do método de determinação de contrapartidas óticas aqui adotado. Esta avaliação pode ser realizada de forma direta, através de médias e desvios padrão, ou por estudos gráficos.

Partindo de um conjunto inicial de 77 fontes reduzidas, foram realizadas comparações entre as coordenadas óticas e rádio das fontes utilizadas neste trabalho.

Uma forma direta de comparação é através do cálculo das médias e desvios padrão das diferenças $O - R$ dos centros das coordenadas destas fontes. Tais valores são apresentados na tabela 8.1, onde foram rejeitadas todas as fontes cujas distâncias entre as respectivas coordenadas óticas e rádio fossem superiores a $0'',7$, para o cálculo dos valores listados. $0'',7$ é a distância correspondente as diferenças $O - R$ entre as coordenadas óticas e rádio (em α e δ) iguais a $0'',5 - 3\sigma$ da maior dispersão média encontrada (redução ACT). O percentual de diferenças descartadas com este corte é ínfimo, sendo de 10% para o ACT e Tycho-2 e 4% para o UCAC1.

Tabela 8.1 Médias, desvios padrão e erros relativos às diferenças $O - R$, entre as coordenadas óticas determinadas e a coordenada rádio das fontes do ICRF.

Redução	N^0	$\langle \Delta \alpha \cos \delta \rangle$	E_α	σ_α	$\langle \Delta \delta \rangle$	E_δ	σ_δ
UCAC1 Data_CCD	50	+06	± 14	100	+19	± 15	104
UCAC1 Data_A.20	49	-31	± 27	190	-12	± 30	208
Tycho-2 Data_CCD	69	-13	± 16	136	+08	± 19	160
Tycho-2 Data_A2.0	69	+29	± 19	159	+44	± 17	147
ACT Data_CCD	56	-86	± 23	172	-06	± 23	173
ACT Data_A2.0	56	+24	± 21	157	+44	± 21	158

E é o erro das médias das diferenças $O - R$. Todos os valores estão expressos em "mas".

Pelos valores das médias e desvios das mesmas dispostos na tabela 8.1, podemos verificar o melhor rendimento para o caso do UCAC1, onde a precisão típica (desvio padrão) da coordenada determinada é da ordem de 100mas. Portanto as coordenadas óticas de fontes extragalácticas podem ser determinadas ao nível de 100mas no HCRF. Os valores das médias e especialmente dos desvios da redução UCAC1 na data do A2.0, os quais são semelhantes para a comparação entre o ICRF e o A2.0 original, somente vêm confirmar a forte contribuição do A2.0 na determinação dos movimentos próprios do UCAC1.

Para o caso do Tycho-2 e do ACT, podemos constatar pelo valor apresentado das médias, a eficiência da correção introduzida devido ao A2.0 possuir diferentes dependências sistemáticas para diferentes regimes de magnitude (Tabela 6.3 e páginas 80 e 81)¹. Os desvios padrão obtidos, para o caso do Tycho-2, estão no mesmo patamar para as reduções em ambas datas e fornecem a precisão típica com que as coordenadas óticas de fontes do ICRF podem ser determinadas neste referencial, segundo o método usado. Para o caso do ACT, as pequenas diferenças existentes entre os desvios obtidos em ambas as datas pode ser uma consequência de haver pouca cobertura do UCAC1 para as declinações ao norte da fronteira entre os levantamentos formadores do A2.0. Devemos lembrar que para estas regiões, não foi possível introduzir um termo correto de correção devido aos diferentes regimes sistemáticos do A2.0 (páginas 80 e 81).

Ainda em relação às reduções segundo o Tycho-2 e o ACT, ao compararmos os valores médios para as reduções em ambas as datas, podemos verificar, com exceção da ascensão reta na redução ACT, menores valores absolutos para as reduções realizadas com o A2.0 corrido na data da observação CCD. Este resultado é uma indicação positiva quanto à tentativa de corrigir a parte sistemática dos movimentos próprios das estrelas secundárias, através da abordagem de redução com a utilização do referencial secundário, fornecido por tais estrelas, na data da observação.

Uma demonstração visual para os valores encontrados na tabela 8.1 se dá via histograma de distribuição para as diferenças $O - R$.

¹ Análise da correção do A2.0, na comparação entre o A2.0 corrigido e o ICRF.

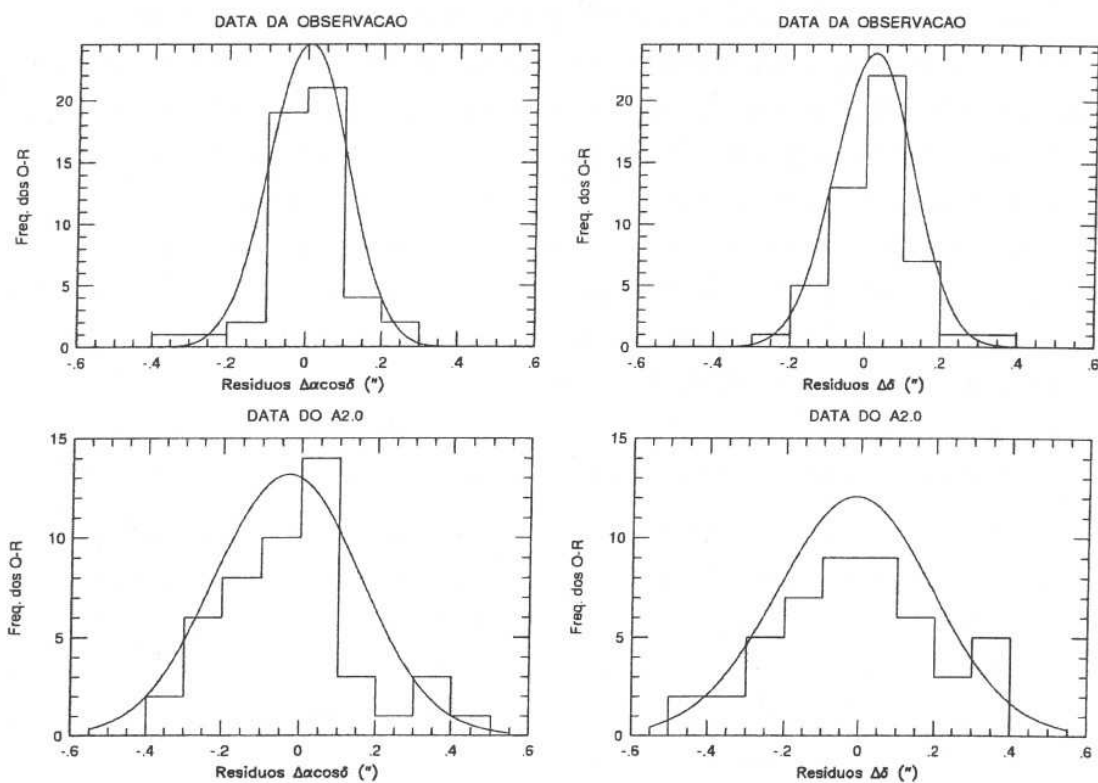


Figura 8.1: Distribuição das diferenças O – R, relativa às reduções com o UCAC1. A linha contínua em cada gráfico representa uma distribuição normal de mesma média e desvio padrão da distribuição respectiva.

Na figura 8.1, os gráficos referentes à redução do A2.0, com o UCAC1 na data da observação confirmam a qualidade e o melhor rendimento desta redução, onde é possível constatar que a grande maioria das diferenças O – R (80% em α e 76% em δ) possui valores absolutos inferiores ao limite de um sigma da distribuição. As reduções com o UCAC1 na data do A2.0 somente demonstram a forte contribuição do A2.0 na determinação dos movimentos próprios do UCAC1.

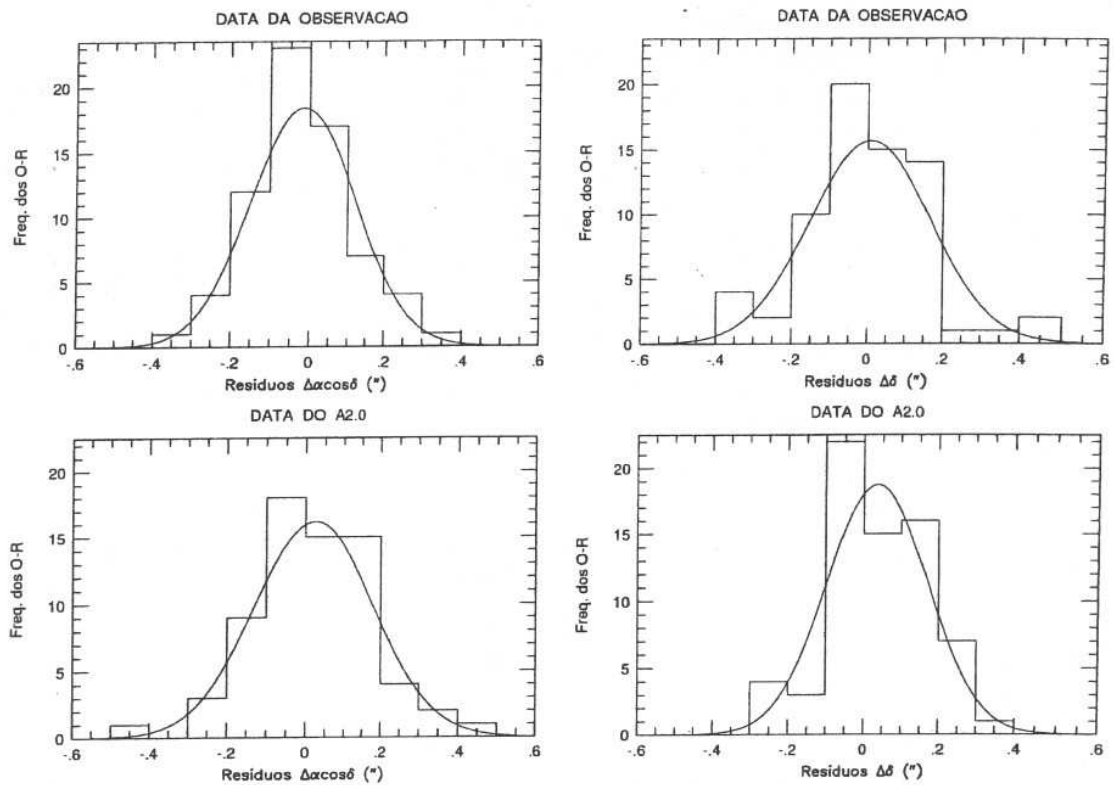


Figura 8.2: Distribuição das diferenças O – R, relativa às reduções com o Tycho-2. A linha contínua em cada gráfico representa uma distribuição normal de mesma média e desvio padrão da distribuição respectiva.

As distribuições dos gráficos acima são tais que, apresentam em média 71% dos valores absolutos das diferenças O – R inferiores a um sigma. Portanto próximo ao valor de uma distribuição normal.

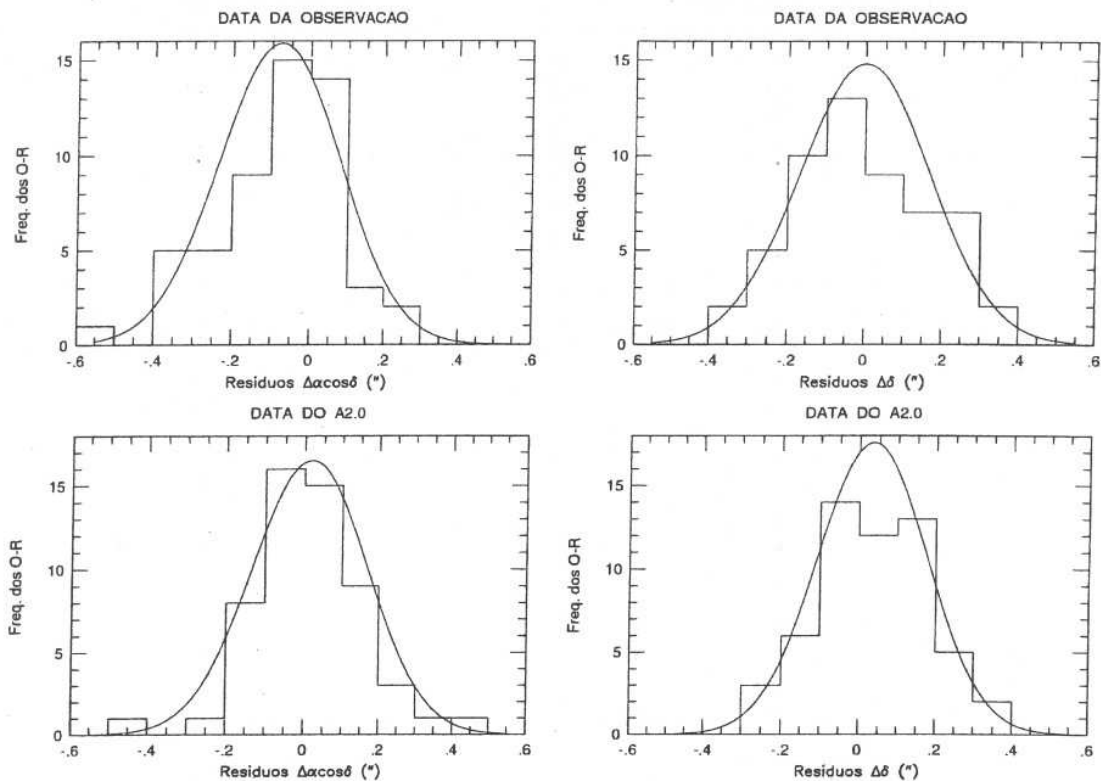


Figura 8.3: Distribuição das diferenças O – R, relativa às reduções com o ACT. A linha contínua em cada gráfico representa uma distribuição normal de mesma média e desvio padrão da distribuição respectiva.

As distribuições dos gráficos da figura 8.3 acima são tais que em média 65,5% dos valores absolutos das diferenças O – R são inferiores a um sigma das mesmas, para as reduções com o A2.0 corrigido na data da observação. Para as diferenças obtidas a partir do A2.0 corrigido na data do mesmo, o valor é de 70%. Portanto bem próximos dos 68,3% de uma distribuição dita normal.

Os gráficos das três figuras anteriores ilustram os resultados da tabela 8.1, quanto à precisão das coordenadas obtidas e evidenciam a coerência das distribuições determinadas com os valores das médias da tabela. Estas constatações vêm a confirmar o melhor resultado obtido para o caso da redução com o UCAC1 na data da observação.

Também é possível, nos gráficos das figuras 8.2 e 8.3, constatar o aspecto não distante ao normal de nossas distribuições, segundo a comparação entre as distribuições normais (gaussianas) e das diferenças O – R obtidas (histogramas), uma vez que as diferentes correções (abaixo e acima de $\delta = -20^\circ$) para a equação de magnitude (Tabela 6.3 e páginas 80 e 81) poderiam ter degradado as distribuições, a ponto de gerar máximos múltiplos.

Partindo dos conjuntos de posições óticas de fontes extragalácticas aqui determinados no HCRF, os quais se encontram entre os mais precisos obtidos, iremos dar prosseguimento à análise do método de redução, quanto ao mesmo gerar coordenadas consistentes, livres de possíveis dependências sistemáticas. Para tal, mais uma vez serão utilizadas as diferenças entre posições óticas e rádio (O–R) das fontes aqui usadas.

Lembrando que a análise da determinação dos centróides (x,y) das contrapartidas óticas mostrou que o erro na determinação dos mesmos apresenta uma maior dispersão para as magnitudes maiores (figura 5.3), foi investigada a possível existência de dependências sistemáticas quanto a magnitude destas fontes.

Na figura 8.4 a seguir, são apresentados gráficos das diferenças posicionais O – R, $\Delta\alpha\cos\delta$ e $\Delta\delta$, entre as coordenadas óticas obtidas e as coordenadas ICRF, contra magnitude A2.0 (R) das fontes extragalácticas.

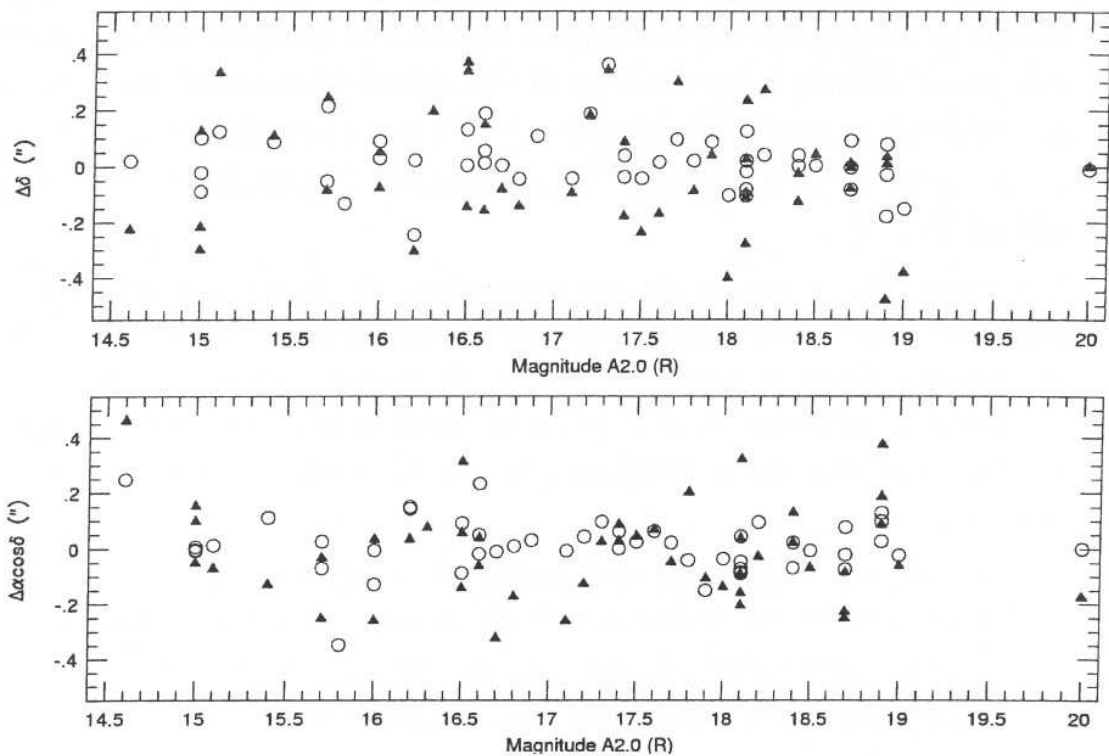


Figura 8.4: Gráficos das diferenças O – R entre as coordenadas ótica e rádio das fontes do ICRF, contra as respectivas magnitudes A2.0 das mesmas. Redução segundo o UCAC1. Os círculos representam as diferenças em relação às reduções com o A2.0 corrigido na data da observação e os triângulos, as diferenças em relação às reduções com o A2.0 corrigido na data original do mesmo.

A partir dos gráficos da figura podemos concluir que os erros associados à subexposição estão em um patamar inferior à precisão das coordenadas óticas aqui obtidas. De forma indireta, também é possível verificar a qualidade da dispersão das diferenças para a redução segundo a data da observação CCD.

Também foram elaborados gráficos das diferenças posicionais contra a magnitude para os casos do Tycho-2 e ACT. Os dois têm uma representação muito parecida, contudo as reduções segundo o Tycho-2 apresentaram uma melhor precisão (tabela 8.1). Em virtude disto, iremos apresentar somente os gráficos referentes a este último.

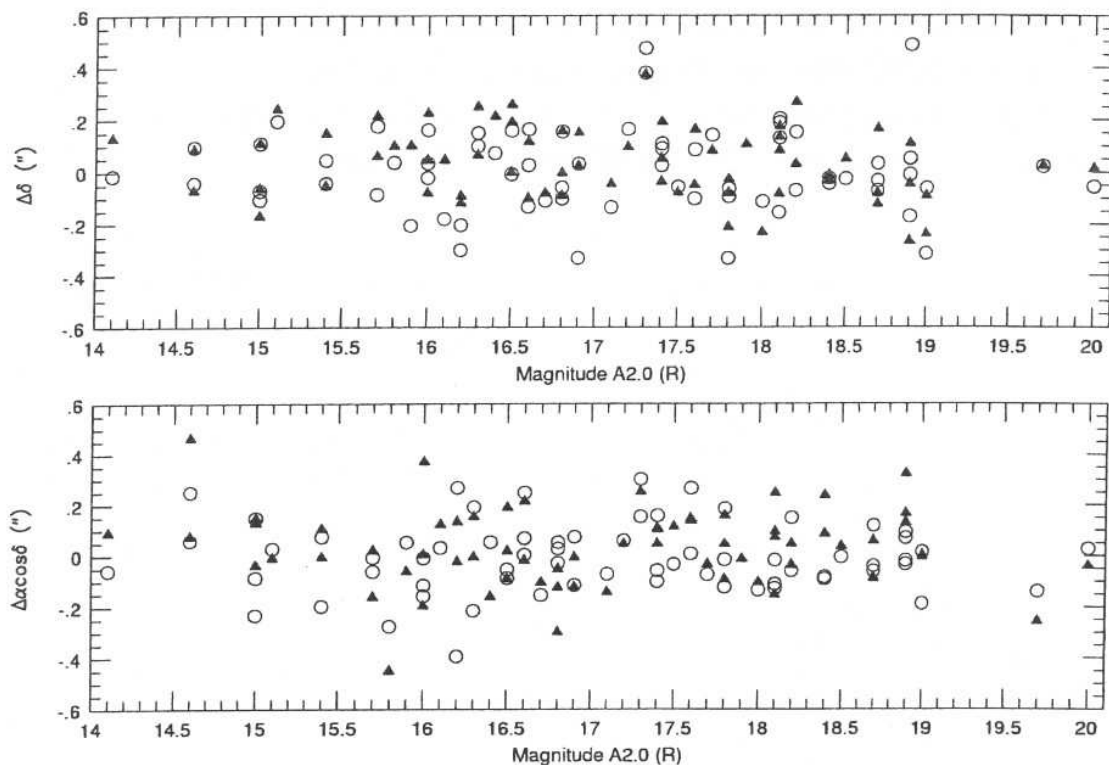


Figura 8.5: Gráficos das diferenças O – R das coordenadas das fontes, contra as respectivas magnitudes A2.0 das mesmas. Redução segundo o Tycho-2. Os círculos representam as diferenças em relação às reduções com o A2.0 corrigido na data da observação e os triângulos, as diferenças em relação às reduções com o A2.0 corrigido na data original do mesmo.

Aqui também não se verifica dependência das coordenadas óticas obtidas para as fontes ICRF, com respeito às magnitudes A2.0 das mesmas, ao nível da precisão ótica obtida.

Os resultados apresentados nas duas figuras anteriores demonstram que o método de redução de posição ótica é capaz de gerar coordenadas para fontes do ICRF, que a princípio não demonstram variações associadas à deterioração da precisão de centragem para maiores magnitudes, visto que tal deterioração está em um patamar inferior ao nível das precisões óticas determinadas.

No intuito de verificar se possíveis dependências sistemáticas residuais provenientes do A2.0 original teriam contaminado as posições fornecidas pelo método de redução, foram construídos gráficos clássicos para a comparação entre as diferenças posicionais O – R e as coordenadas das fontes ICRF, na figura 8.6 a seguir.

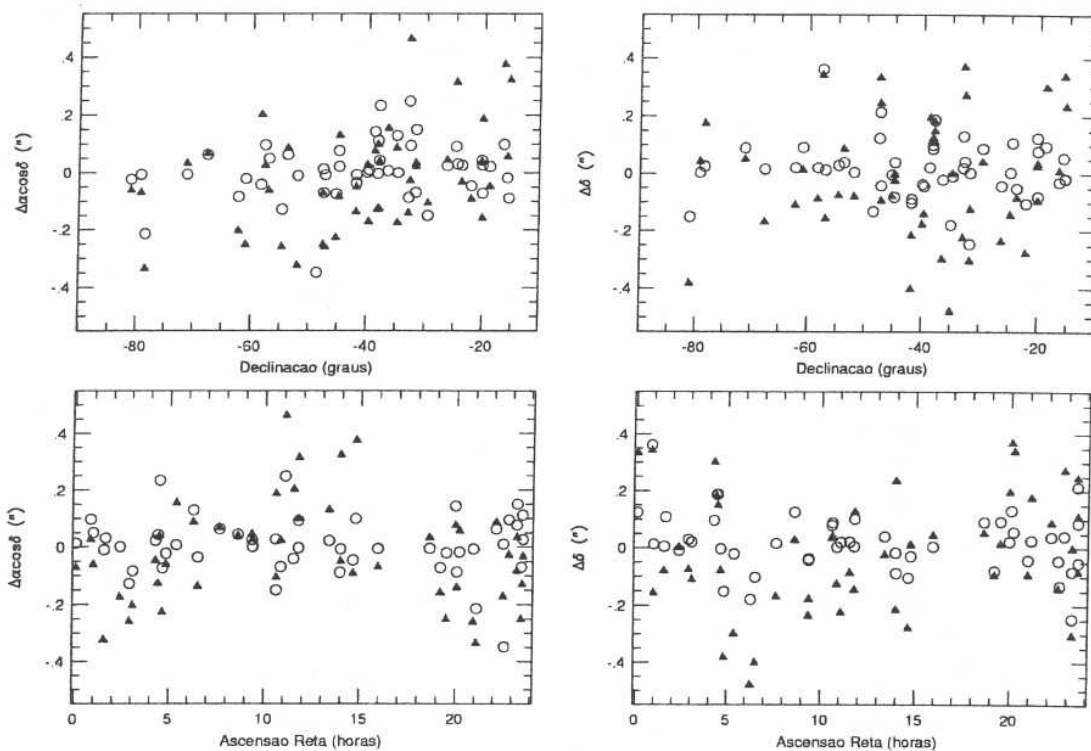


Figura 8.6: Gráficos das diferenças O – R entre as coordenadas ótica e rádio das fontes extragalácticas, contra as respectivas coordenadas equatoriais obtidas. Redução UCAC1. Os círculos representam as reduções com o A2.0 corrigido na data da observação e os triângulos as reduções com o A2.0 corrigido na data original do A2.0.

Dos gráficos da figura acima é possível constatar que o método foi capaz de fornecer coordenadas óticas livres de quaisquer efeitos sistemáticos residuais, provenientes do A2.0 original, entre as mesmas e as diferenças O – R. Além disto, podemos mais uma

vez constatar a qualidade da redução UCAC1 segundo a data da observação expressa por suas pequenas média e respectiva dispersão.

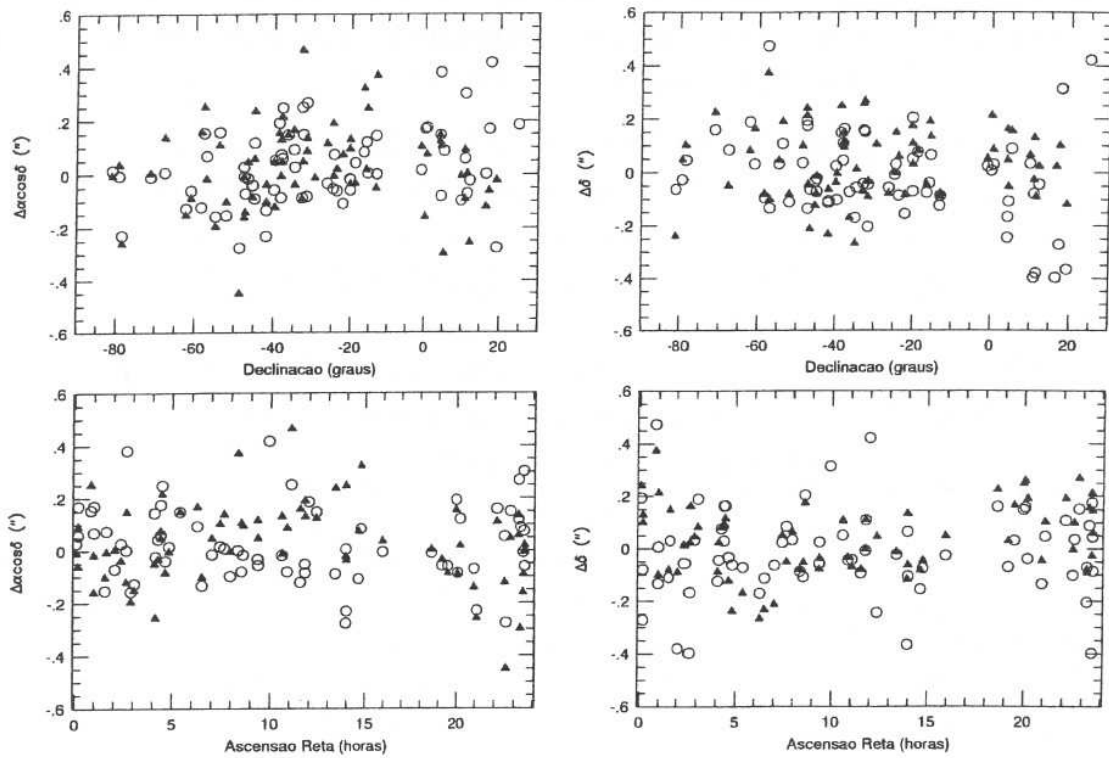


Figura 8.7: Gráficos das diferenças O – R entre coordenadas óticas e rádio das fontes extragalácticas, contra as respectivas coordenadas equatoriais obtidas. Redução Tycho-2. Os círculos representam as reduções com o A2.0 corrigido na data da observação e os triângulos, as reduções com o A2.0 corrigido na data original do A2.0.

Para esta figura, também é possível constatar que o método de redução foi capaz de gerar posições óticas livres de dependências sistemáticas, seja ela o efeito “degrau” em torno de -17° , seja a deterioração para as declinações próximas ao pólo sul (figura 6.8). Também foram elaborados gráficos para as reduções ACT, nos quais foram reproduzidas as mesmas características da redução Tycho-2.

Tendo em vista o aqui apresentado, podemos dizer que o método de redução é capaz de fornecer coordenadas óticas consistentes ao nível de 100mas¹. Foi possível demonstrar não haver perturbações sistemáticas, a este nível, que induzam a um falso resultado (viés) às posições obtidas. Portanto, é possível obter uma boa representação média do ICRF no domínio ótico, com a utilização do método de correção local, de forma coerente com os diferentes catálogos utilizados.

De forma a ratificar a qualidade da redução segundo o UCAC1, serão apresentados na próxima tabela as médias e seus respectivos desvios, para um conjunto de 52 objetos comuns às reduções UCAC1 e Tycho-2, uma vez que as reduções com o Tycho-2 apresentam um melhor rendimento (menor desvio padrão) que as com o ACT.

Tabela 8.2 Médias, desvios padrão e erros relativos às diferenças O – R, entre as coordenadas óticas determinadas e a coordenada rádio das fontes do ICRF, para um conjunto comum entre o UCAC1 e o Tycho-2.

Redução	N ^o	$\langle \Delta \alpha \cos \delta \rangle$	E _{α}	σ_{α}	$\langle \Delta \delta \rangle$	E _{δ}	σ_{δ}
UCAC1 Data_CCD	50	+ 06	±14	100	+19	±15	104
UCAC1 Data_A.20	49	-31	±27	190	-12	±30	208
Tycho-2 Data_CCD	50	-18	±18	130	+14	±19	131
Tycho-2 Data_A2.0	50	+39	±22	155	+30	±20	142

E é o erro das médias das diferenças O – R. Todos os valores estão expressos em “mas”. Para o cálculo dos valores da tabela, foram rejeitadas todas as fontes com distâncias entre as posições ótica e rádio superiores a 0”,7.

¹ Redução UCAC1, para o A2.0 corrigido na data da observação CCD.

Por último, embora seja tão recente que suas vantagens e defeitos não foram ainda estudados o suficiente, fez-se necessário uma rápida investigação do catálogo USNO-B1.0 (Monet e col., 2003), voltado para a determinação ótica posicional de fontes extragalácticas.

O B1.0 é um catálogo que contém posições, magnitudes em várias bandas passantes e estimador de objeto de tipo galáctico ou estelar para 1.042.618.261 objetos espalhados por todo céu, além de movimentos próprios para cerca de 30% destes objetos. Os dados foram obtidos de medidas de 7.435 placas Schmidt advindas de 3 levantamentos norte, 4 levantamentos sul e 2 em região equatorial, em três diferentes cores nos últimos 50 anos. Acredita-se que o B1.0 seja completo até $V = 21$. Suas coordenadas estão no HCRF a uma precisão posicional de $0''.2$. A precisão fotométrica é de 0,3 magnitudes e o percentual de acerto de objeto estelar / não estelar é de 85%.

Em relação ao conjunto comum de 52 objetos extragalácticos deste trabalho, o B1.0 possui 48. Partindo destas 52 fontes, foram realizadas comparações posicionais entre as coordenadas ICRF e dois conjuntos de coordenadas óticas referentes ao B1.0. O primeiro é constituído pelas próprias 48 coordenadas B1.0 e o segundo determinado a partir das posições (x,y) medidas nos campos CCD e reduzidas pelo B1.0, na data da observação, segundo a descrição feita no início do capítulo 7 (pag. 1 e 2). Na prática, para a determinação deste segundo conjunto ótico, somente se substituíram as coordenadas A2.0 corrigidas pelas coordenadas B1.0 das mesmas estrelas secundárias, na data da observação. O resultado de tal comparação pode ser visto na tabela seguinte.

Tabela 8.3 Médias, desvios padrão e erros relativos às diferenças O – R, entre as coordenadas óticas relativas ao B1.0 e a coordenada rádio das fontes do ICRF, para o conjunto comum usado na confecção da tabela 8.2.

	N^0	$\langle \Delta \alpha \cos \delta \rangle$	E_α	σ_α	$\langle \Delta \delta \rangle$	E_δ	σ_δ
B1.0 original	44	-01	± 27	181	+82	± 30	196
Red. com B1.0	52	+16	± 24	178	+96	± 26	190

E é o erro das médias das diferenças O – R. Todos os valores estão expressos em “mas”. Para o cálculo dos valores da tabela, foram descartadas todas as fontes com distâncias entre as posições ótica e rádio superiores a 0”,7. Na primeira linha estão demonstrados os resultados relativos à comparação com o B1.0 original. Já para a comparação da segunda linha, foram usadas as coordenadas óticas obtidas da redução das posições CCD com o B1.0, na data da observação.

Apesar das diferenças dos desvios padrão explicitados nas duas linhas da tabela 8.3, serem de até 6mas, podemos falar que as coordenadas óticas obtidas a partir do B1.0 tem precisão típica de 180mas. Este valor é maior não só aos calculados na redução com o UCAC1, mas também para os determinados na redução com o Tycho-2. Portanto, podemos concluir que a abordagem feita aqui¹ é mais propícia que a utilização direta do USNO-B1.0 para a determinação de posições óticas de objetos de magnitude elevada. Além disto a concordância das diferenças $\Delta \delta$ nas duas determinações, sugere que o B1.0 pode ter importantes desvios zonais.

Sumarizando, é possível afirmar que os valores das médias e respectivos desvios, apresentados na tabela 8.2, ratificam a melhor qualidade da redução segundo o UCAC1 (data da observação CCD), frente aos demais catálogos astrométricos, para este tipo de trabalho. Mesmo sendo o rendimento desta redução superior, é possível estimar uma

¹ Redução local de catálogos densos.

melhora de 10 a 20mas com a utilização do UCACII (Assafin e col., 2003), quando este estiver finalmente disponível para o uso da comunidade astronômica.

Ainda em relação à tabela 8.2, ao compararmos as reduções Tycho-2 referentes às duas datas, podemos verificar menores médias e desvios para as reduções com o A2.0 corrigido na data da observação. Tais diferenças confirmam as indicações das médias na tabela 8.1, sobre a nossa metodologia de corrigir a parte sistemática dos movimentos próprios das estrelas secundárias, através da redução com a utilização do A2.0 corrigido na data da observação do objeto alvo. Portanto ao se fazer a redução de posições óticas de objetos de magnitude elevadas, a utilização de campos secundários obtidos com esta nova metodologia permite corrigir um importante componente do erro de tais posições óticas.

Capítulo 9

Benefícios das reduções em duas épocas

A metodologia aplicada neste trabalho, correção do A2.0 em duas datas distintas¹, abre espaço para a geração de alguns resultados secundários da mesma.

Um benefício desta metodologia seria o cálculo da taxa de rotação (spin) entre o ICRF e o HCRF. No entanto, o cálculo do spin tem erro associado muito grande, devido a dois pontos. O primeiro é a pequena base temporal (~ 7 anos) quando o cálculo é feito em relação às coordenadas CCD obtidas para as fontes ICRF na redução relativa ao UCAC1 na data da observação. O segundo ponto é a grande imprecisão (150mas) das posições dos campos corrigidos do A2.0 pelo Tycho-2 na data original do A2.0.

9.1 Indicações de Movimento próprio para as estrelas dos campos CCD

Um outro benefício é a possibilidade de determinação de movimentos próprios de todas as estrelas observadas nos campos CCD. Este foi efetivamente realizado devido a dois procedimentos.

- A correção do A2.0 na época do mesmo:

Este procedimento proporcionou, de forma tradicional, a determinação de uma primeira época para todos os objetos dos campos do A2.0, uma vez que as placas dos levantamentos formadores deste catálogo possuem épocas médias que variam de 1950 a 1980.

¹ Data da observação e data original do A2.0

- A redução das Imagens CCD com o A2.0 corrigido na data da observação:

Apesar de não se tratar de uma redução tradicional, uma vez que os campos do A2.0 foram corrigidos na data da observação e não na data original do A2.0, ela fornece coordenadas óticas não somente dos objetos extragalácticos, mas também de todas as estrelas observadas nestes campos CCD. Desta forma, as coordenadas obtidas segundo este prisma poderiam atuar como coordenadas de segunda época para a determinação de movimentos próprios dos objetos correspondentes.

Devido à coincidência do UCAC1 com o A2.0 ser exageradamente grande na data original do A2.0, e objetivando manter uma consistência quanto ao referencial do catálogo usado, foram utilizados os dados referentes às reduções com o Tycho-2. Portanto, foram usadas para as determinações de indicação de movimentos próprios dos objetos imageados nos campos CCD, as coordenadas dos campos do A2.0 corrigidos pelo Tycho-2 na data original do A2.0, como primeira época. Como coordenadas de segunda época, foram usadas as obtidas na redução das imagens CCD com as posições dos campos do A2.0 corrigidos na data da observação.

Devido a grande extensão da tabela de 1.884 movimentos próprios determinados, a mesma se encontra no apêndice 2 desta Tese.

Capítulo 10

Conclusões

Os resultados deste trabalho se direcionam para a orientação entre os referenciais ótico e rádio do ICRS, bem como para a utilização de novas abordagens dos métodos de manutenção desta orientação relativa.

Devido ao fato de algumas fontes ICRF apresentarem estruturas da dezena de mas em seus mapas rádio à 2GHz e 8GHz, foi elaborado um estudo de quanto estruturas de tal magnitude podem causar viés na orientação entre os referenciais ótico e rádio do ICRS, quando da utilização direta das posições rádio do ICRF.

De posse dos índices de estrutura rádio publicados até o momento (Fey e Charlot, 2000), foi realizada uma comparação entre dois grupos: fontes com índices de estrutura 1 e 2, adequadas a trabalhos astrométricos (Fey e Charlot, 1997) e fontes com índices 3 e 4, não adequadas a trabalhos astrométricos.

Os resultados mostraram que fontes de estrutura estendida apresentam uma maior separação entre as posições ótica e rádio da ordem de 8mas, quando comparadas às fontes compactas. Tal valor é interpretado como decorrente das maiores estruturas observadas para as fontes de índices 3 e 4.

O veículo da comparação foi a média algébrica das diferenças de comprimento de arco (Arias e col., 1988) entre as coordenadas ótica e rádio das fontes catalogadas, seja de forma direta ou pelo método de fonte-pólo. Para tal, foram utilizadas as três listas mais completas de contrapartidas óticas de posições do ICRF, Zacharias e col. (1999), da Silva Neto e col. (2000) e USNO-A2.0 (Monet e col., 1998).

Portanto, se for referido um conjunto de posições óticas ao ICRF, através da simples designação de uma contrapartida ótica de fonte do mesmo por sua posição rádio, poderemos estar acarretando um erro sistemático de até 10mas, se a fonte for do tipo

estendida (da Silva Neto e col., 2002). Este resultado é de grande importância para a Astrometria moderna, uma vez que acreditasse em uma distinção entre os centros ótico e rádio de menor magnitude e em média comum a todas as fontes ICRF.

No tocante à metodologia de determinação das contrapartidas óticas de fontes do ICRF, foi utilizado um catálogo muito denso como fornecedor de campos secundários, e uma abordagem inovadora de correção destes campos na data da observação da contrapartida ótica da fonte rádio. Esta abordagem visa corrigir a parte sistemática dos, normalmente desconhecidos, movimentos próprios das estrelas secundárias usadas para a determinação posicional da contrapartida ótica da fonte extragaláctica. A abordagem tradicional, correção na data do catálogo denso, também foi aplicada.

Foi verificado que o método de redução é eficaz e que o mesmo consegue fornecer posições óticas, sem dependências sistemáticas, ao nível de 100mas no HCRF, para a redução segundo o UCAC1. O rendimento da redução com este catálogo foi muito bom e permite projetar uma melhora de até 20mas, para este tipo de trabalho com a utilização do UCACII, quando este estiver disponível a comunidade astronômica.

Também foi possível constatar que a tentativa inovadora de correção da parte sistemática dos movimentos próprios das estrelas secundárias, para os campos do catálogo denso corrigidos na data da observação da contrapartida, teve uma indicação positiva de modo a apresentar menores resíduos $O - R$ (de 10 a 20mas), quando comparados aos obtidos com a correção tradicional, ou seja, na data do catálogo denso. Este resultado, sendo confirmado por outros trabalhos, vem ajudar a transpor uma das principais deficiências da determinação de posições óticas de objetos de magnitude elevadas, o desconhecimento dos movimentos próprios de estrelas secundárias.

O catálogo denso escolhido, fornecedor de campos secundários, foi o USNO-A2.0, o qual foi corrigido por três catálogos astrométricos de alta precisão (UCAC1, Tycho-2 e ACT), segundo o método de correção local (Assafin e col., 1997). Estas correções se deram em duas datas distintas, data original do A2.0 e data da observação da

contrapartida ótica da fonte rádio. As imagens das contrapartidas óticas foram obtidas em campos CCD no telescópio de 1,60m do LNA/MCT.

Adicionalmente, obteve-se novas posições óticas para cerca de 75 fontes pertencentes ao ICRF no HCRF, sendo estas coordenadas as mais precisas obtidas com a utilização de catálogos densos como fornecedores de campos secundários.

Graças à metodologia de correção em duas datas distintas, aplicada aqui, também foi possível estimar os movimentos próprios de 1.884 estrelas secundárias usadas para a determinação das coordenadas óticas das fontes rádio extragalácticas.

Referências Bibliográficas

- # Alard C., 2002, comunicação pessoal.
- # Allen C.W., 1976, *Astrophysical Quantities*, Publicado por Athlone Press., Ltd. London.
- # Arias E.F., Charlot P., Feissel M. e Lestrade J.-F., 1995, *A&A*, 303, 604.
- # Arias E.F., Feissel M. e Lestrade J.-F., 1988, *A&A*, 199, 357.
- # Argue A.N., de Vegt C., Elsmore B., Fanselow J., Harrington R., Hemenway P., Johnston K.J., Kühr H., Kunkova I., Niell A.E., Walter H. e Witzel A., 1984, *A&A*, 130, 191.
- # Assafin M., 1996, Tese de doutorado, Publicação do Observatório Nacional N^o 06/96.
- # Assafin M., Vieira Martins R. e Andrei A.H., 1997, *AJ*, 113, 2329.
- # Assafin M., Vieira Martins R., Andrei A.H., da Siva Neto D.N., Teixeira R., Benevides-Soares P. e Camargo J., 2001, *ApJ*, 552, 380.
- # Assafin M., Vieira Martins R., Andrei A.H. e Veiga C.H., 1997B, *AJ*, 113, 1451.
- # Assafin M., Zacharias N., Zacharias M.I., Rafferti T.J., da Siva Neto D.N., Andrei A.H. e Vieira Martins R., 2003, *AJ*, 125, 2728.
- # Benevides-Soares P. e Teixeira R., 1992, *A&A*, 253, 307.
- # Bergeron J., 1992, 21^a Assembléia Geral da IAU, Transcrição da IAU 21B, 41.
- # Charlot P., Sovers O.J., Willians J.G. e Newhall X.X., 1995, *AJ*, 109, 418.
- # Costa E. e Loyola P., 1997, *A&AS*, 122, 441.
- # Costa E. e Loyola P., 1998, *A&AS*, 131, 259.
- # da Silva Neto D.N., Andrei A.H., Assafin M. e Vieira Martins R., 2000, *AJ*, 119, 1470.
- # da Silva Neto D.N., Andrei A.H., Vieira Martins R. e Assafin M., 2002, *AJ*, 124, 612.

- # de Vegt C. e Gehllich U.K., 1978, A&A, 67, 65.
- # de Vegt C. e Gehllich U.K., 1982, A&A, 113, 213.
- # de Vegt C., Hindsley R., Zacharias N. e Winter L., 2001, AJ, 121, 2815.
- # Dias W.S., Lepine J.R.D. e Alessi B.S., 2001, A&A, 376, 441.
- # Dias W.S., Lepine J.R.D. e Alessi B.S., 2002, A&A, 388, 168.
- # ESA 1997, The Hipparcos and Tycho Catalogues (ESA SP – 1200).
- # Fey A.L. e Charlot P., 1997, ApJS, 111, 95F
- # Fey A.L. e Charlot P., 2000, ApJ., 128, 17.
- # Fey A.L., Clegg A.W. e Fomalont E.B. 1996, ApJS, 105, 299.
- # Fienga A. e Andrei A.H., 2002, A&A, 393, 331.
- # Fienga A, Colas F., Lecacheux J. e Berthier J., 2003, A&A, em preparo.
- # Folkner W.M., Charlot P., Finger M.H., Williams J.G., Sovers O.J., Newhall X.X. e Standish E.M. Jr., 1994, A&A, 287, 279.
- # Fricke W., 1982, A&A, 107, L13.
- # Fricke W., Schwan H., Lederle T., Bastian U., Bien R., Burkhardt G., du Mont B., Hering R., Jährling R., Jahreiß H., Röser S., Schwerdtfeger H.M. e Walter H.G., 1988, Fifth Fundamental catalogue (FK5), Veröff.Astron.Rechen-Institut Heidelberg 32, Verlag G.Braun, Karlsruhe.
- # Gambis D., 1998 IERS Annual report, 1999, First extension of the ICRF (ICRF-Ext.1), chapter VI, 87, editado pelo Observatorie de Paris.
- # Gointer A.-M., Feissel M. e Ma C., 1997, IERS Technical Notes Nº 23, editado por Central Bureau of IERS – Observatorie de Paris.
- # Green P.E., 1985, Spherical Astronomy, publicado pela editora da Universidade de Cambridge.
- # Guinot B., 1979, Simpósio da IAU Nº 82, 7.

- # Hazard C., Sutton J., Argue A.N., Kenworthy C.N., Morrison L.V. e Murray C.A., 1971, *Nature Phys. Sci.*, 233, 89.
- # Hog E., Bässgen Bastian U., Egret D., Fabricius C., Grobmann V., Halbwachs J.L., Makarov V.V., Perryman M.A.C., Schwekendiek P., Wagner K. e Wicenc A., 1997, *A&A*, 323, L57.
- # Hog, E., Fabricius, C., Makarov, V.V., Bastian, U., Schekendiek P., Wicenc A., Urban S., Corbin T. e Wycoff, G., 2000, *A&A*, 355L, 27H.
- # Johnston K.L., Fey A.L., Zacharias N., Russel J.L., Ma C., deVegt C., Reynolds J.E., Jauncey D.L., Archinal B.A., Carter M.S., Corbin T.E., Eubanks T.M., Florwski D.R., Hall D.M., McCarthy D.D., McCulloch P.M., King E.A., Nicolson G. e Shaffer D.B., 1995, *AJ*, 110, 880.
- # Johnston K.L., Russell J., de Vegt C., Hughes J., Jauncey D., White G. e Nicholson G., 1988, *IAU Symp.* 129, 317, editado por Reid M.J. e Moran M. (Dordrecht: Kluwer).
- # Kaplan G.H., Josties F. J., Angerhofer P.E., Johnston K.J. e Spencer J.H., 1982, *AJ*, 87, 570K.
- # Kovalesky J. e Feissel M. 1996, *Simpósio da IAU N° 172*, 455.
- # Kovalesky J., Lindegein L., Perryman L.A.C., Hemeway P.D., Jhonston K.J., Kislyuk V.S., Lestarde J.F., Morrison L.V., Platais I., Röser S., Schilbach E., Tucholke H.-J., de C., Vondrák J., Arias F., Gontier A.M., Arenou F., Brosche P., Florkowski D.R., Garrington S.T., Preston R.A., Ron C., Rybka S.P., Scholz R.-D. e Zacharias N., 1997, *A&A*, 323, 620.
- # Lasker B.M., Sturch C.R., McLean B.J., Russel J.L., Jenker H. e Shara M.M., 1990, *AJ*, 99, 2019.
- # Lieske J.H., Lederle T., Fricke W. e Morando B., 1977, *A&A*, 58, 1.
- # Ma C., Arias E.F., Eubanks T.M., Fey A.L., Gontier A.-M., Jacobs C.S., Sovers O.J., Archinal B.A. e Charlot P., 1997, *IERS Technical Notes N° 23*, editado por Central Bureau of IERS – Observatoire de Paris.
- # Ma C., Arias E.F., Eubanks T.M., Fey A.L., Gontier A.-M., Jacobs C.S., Sovers O.J., Archinal B.A. e Charlot P., 1998, *AJ*, 116, 516.
- # Ma C., Gipson J.M., Gordon D., Caprette D.S. e Ryan J.W., 1994, *IERS Technical Notes N° 17*, editado por Central Bureau of IERS – Observatoire de Paris.

McCarthy D.D., 1996, IERS Technical Notes N^o 21, editado por Central Bureau of IERS – Observatoire de Paris.

Monet D., 1996, Bulletin of AAS, 28, 905.

Monet D., Levine S.E., Canzian B., Ables H.D., Bird A.R., Dahn C.C., Guetter H.H., Harris H.C., Henden A.A., Leggett S.K., Levison H.F., Luginbuhl C.B., Martini J., Monet A.K., Munn J.A., Pier J.R., Rhodes A.R., Riepe B., Sell S., Stone R., C., Vrba F.J., Walker R.L. e Westerhout G., 2003, AJ, 125, 984.

Perryman M.A.C., Lindegren L., Kovalevsky J., Hog E., Bastian U., Bernacca P.L., Cr ez e M., Donati F., Grenon M., Grewing M., van Leeuwen F., van der Marcel H., Mignard F., Murray C.A., Le Poole R.S., Schrijver H., Turon C., Arenou F., Foeschl e M. e Petersen C.S., 1997, A&A, 323, L49.

Rogers A.E.E., Capallo R.J., Hinteregger H.F., Levine J.I., Nesman E.F., Webber J.C., Whitney A.R., Clark T.A., Ma C., Ryan J.W., Corey B.E., Counselman C.C., Herring T.A., Shapiro I.I., Knight C.A., Shaffer D.B., Vandenberg N.R., Lacasse R., Mauzy R., Rayher B. Schupler B.R. e Pigg J.C., 1983, Science, 219, 51.

Schwan H., 1988, A&A, 1998, 116.

Seidelman P.K., 1982, Celest. Mech., 27, 79.

Shen Z.-Q., Wan T.-S. Moran J.M., Jauncey D.L., Reynolds J.E., Tzioumis A.K., Gough R.G., Ferris R.H., Sinclair M.W., Jiang D.-R., Hong X.-H., Liang S.-G., Edwards P.G., Costa M.E., Tingay S.J., McCulloch P.M., Lovell J.E., King A., Nicolson G.D., Murphy D.W., Meier D.L., van Ommen T.D. e white G.L., 1997, AJ, 114, 1997.

Shen Z.-Q., Wan T.-S. Moran J.M., Jauncey D.L., Reynolds J.E., Tzioumis A.K., Gough R.G., Ferris R.H., Sinclair M.W., Jiang D.-R., Hong X.-H., Liang S.-G., Edwards P.G., Costa M.E., Tingay S.J., McCulloch P.M., Lovell J.E., King A., Nicolson G.D., Murphy D.W., Meier D.L., van Ommen T.D. e white G.L., 1998, AJ, 115, 1357.

Smart W.M., 1977, Spherical Astronomy, editado pela Cambridge University.

Souchay J., Feissel M., Bizouard C., Capitaine N. e Bougerad M.L., 1995, A&A, 299, 277.

Taff L.G., Lattanzi M.G. e Bucciarelli B., 1990, ApJ, 358, 359.

- # Urban S.E., Corbin T.E., Wycoff G.L., Martin E.S., Jackson M.I., Zacharias N. e Hall M., 1998a, AJ, 115, 1212.
- # Urban S.E., Corbin T.E. e Wycoff G.L. 1998b, AJ, 115, 2161.
- # Véron M.P. e Véron P., 1996, A&AS, 115, 97.
- # Wallace P.T., 1994, ASP conf. Ser. 61, Astronomical Data Analysis Software and System III, editado por Crabtree D.R., Hanisch R.J. e Barnes J. (San Francisco: ASP), 481.
- # Walter H.G e West R.M., 1986, A&A, 156, 1.
- # Winter L., de Vegt C., Steinbach M e Zacharias N., 1992, in Digitised Optical Sky Surveys, 123, editado por MacGillivray H.T., Thomson E.B (Dordrecht: Kluwer).
- # Zacharias N., de Vegt C., Winter L. e Johnston K.L., 1995, AJ, 110, 3093.
- # Zacharias N., de Vegt C., Winter L. e Weneit W., 1994, IAU Sympos. 161, 285, editado por MacGillivray H.T., Thomson E.B., Lasker B.M., Reid I.N., Malin D.F., West R.M., e Lorenz H. (Dordrecht: Kluwer).
- # Zacharias N., Urban S.E., Zacharias M.I., Hall D.M., Wycoff G.L., Rafferti T.J., Germain M.E., Holdenried E.R., Pohlman J.W., Gauss F.C., Monet D.G. e Winter L., 2000, AJ, 120, 2131.
- # Zacharias N., Zacharias M.I., Hall D.M., Johnston K.J., de Vegt C. e Winter L., 1999, AJ, 118, 2511.
- # Zacharias N., Zacharias M.I., Urban S.E. e Rafferti T.J., 2001, AAS, 199, 129.08.

Páginas web

Monet, 1998, USNO-A2.0

<http://ftp.nofs.navy.mil/projects/pmm/catalogs.html#usnoa>

RORF. Optical Images (U.S. Naval Observatory)

<http://mais.usno.navy.mil/rorf/rorf-optical.htm>

RORF. Radio Images (U.S. Naval Observatory)

<http://mais.usno.navy.mil/rorf/rfid.html>

STScI, 2001, GSC2.2

<http://www-gsss.scsci.edu/gsc/gsc2/GSC2home.htm>

Apêndice 1

A publicação: "Investigation of USNO-A2.0 Catalog Positions"

INVESTIGATION OF USNO-A2.0 CATALOG POSITIONS

M. ASSAFIN,¹ A. H. ANDRÉ,² R. VIEIRA MARTINS,² D. N. DA SILVA NETO,² J. I. B. CAMARGO,³
R. TEIXEIRA,³ AND P. BENEVIDES-SOARES³

Received 2000 November 14; accepted 2000 December 18

ABSTRACT

We present an investigation of the USNO-A2.0 Catalog positions. We have compared USNO-A2.0 positions with the Astrographic Catalogue-Tycho, with improved *HST* Guide Star Catalog positions in the ACT frame, and with International Celestial Reference Frame source positions and observational data from Valinhos CCD Meridian Circle, covering all the USNO-A2.0 magnitude range within $7 \leq V \leq 22$. We report striking, peculiar features first found for the USNO-A2.0 catalog positions, which are different for its northern and southern parts.

Subject headings: astrometry — catalogs — reference systems

1. INTRODUCTION

Recently, red and blue Schmidt plate surveys have been measured with high astrometric and photometric precision up to their plate limiting magnitude ($\text{mag} \approx 22$), namely, by the Palomar Optical Sky Survey (epoch 1950–1955; $+90^\circ \geq \delta \geq -20^\circ$; O and E plates), the Southern Reference Catalog Survey (1975–1982; $-90^\circ \leq \delta \leq -20^\circ$; J plates), and the European Southern Observatory Survey (1975–1982; $-90^\circ \leq \delta \leq -20^\circ$; R plates). A detailed description of these surveys is given in Lasker et al. (1990) and references therein. This task was done with a newly devised astrometric measuring machine constructed at the United States Naval Observatory (USNO) called the Precision Measuring Machine (PMM). PMM measures plate positions and flux with CCD cameras and has (x, y) stages controlled by laser interferometry. As a result, a new full-sky astrometric catalog of over 520 million objects was produced, the USNO-A2.0 Catalog (Monet et al. 1998¹). Its reference system is on the Astrographic Catalogue-Tycho (ACT; Urban, Corbin, & Wycoff 1999). Plate measurements were referred to the ACT. Final astrometric solutions included iterative plate reductions after vectorial map corrections for $O-C$ plate residuals. The four contributing surveys were divided north and south of -20° declination. In addition, careful photometric calibrations were performed. Only stars with red and blue coordinates coincident to $2''$ were cataloged. The catalog positions are the average of blue and red coordinates; the same applies for the individual epochs given in the catalog. The resulting catalog has 526,280,881 object entries giving star positions and B and R magnitudes. The nominal astrometric precision is $0''.22$ to $0''.25$, depending on star magnitude and location on the plates, and photometric precision is 0.25 to 0.40 mag, depending on the stars' brightness and declination. The quoted astrometric precision is compatible with the scatter (random errors) of $0''.20$ found in the catalog comparisons, as given by the standard deviation of the International Celestial Reference Frame (ICRF) minus USNO-A2.0 position differences.

Due to its star density and precision, USNO-A2.0 provides a directly accessible local stellar reference frame for astrometry in narrow fields, though only for the USNO-A2.0 epoch with unknown proper motions. It can also contribute with first epoch positions for proper motion determination in local fields. In addition, the great number of ICRF source positions listed in the catalog may be of use in the study of the optical/radio systems connection.

Here we report the results of comparing USNO-A2.0 positions with other catalogs. In § 2, the peculiar features in the positions of the USNO-A2.0 are presented, after comparison with the ACT, with improved *HST* Guide Star Catalog (GSC) positions and with ICRF source positions. In § 3, we further discuss these features by comparing USNO-A2.0 with positions derived from observations made with the Valinhos CCD Meridian Circle (Viateau et al. 1999). Final comments for the USNO-A2.0 positions are given in § 4.

2. USNO-A2.0 CATALOG POSITIONS

In an attempt to externally evaluate the USNO-A2.0 accuracy and precision, we have compared the positions given in the catalog with three other catalogs, chosen according to the magnitude classes they represented. For the fainter set ($\text{mag} \geq 16$), we used ICRF radio positions. For the brighter sample ($\text{mag} \leq 11$), ACT positions were used. For the intermediate magnitudes ($11 \leq \text{mag} \leq 16$), improved GSC positions in the ACT system were utilized, after applying a correction method for the star positions in the tangent plane (Assafin, Vieira Martins, & Andrei 1997). Only stars in $4^\circ \times 4^\circ$ regions centered on ICRF positions were considered in the comparisons with the ACT and GSC. In the ICRF comparisons, the 452 sources belonging to USNO-A2.0 were used. Around ICRF sources, 607 fields were used for the ACT comparison, and 336 fields (da Silva Neto et al. 2000) were used for the GSC. The ACT positions were placed at the USNO-A2.0 plate epochs using the ACT proper motions. For the GSC comparison, no proper motion was available. This is of no consequence for the southern hemisphere, since both USNO-A2.0 and GSC epochs coincide around 1978. On the north, epochs are about 1953 for USNO-A2.0 stars and 1982 for GSC. In the ICRF comparison, the epochs are of no importance, since proper motions are negligible for extragalactic sources.

The precision of an average USNO-A2.0 catalog position can be estimated from the ICRF comparison. The standard

¹ Departamento de Astronomia, Observatório do Valongo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rua Ladeira Pedro Antonio, 43, CEP 20080-090 Rio de Janeiro, RJ, Brazil; massaf@sun1.ov.ufrj.br.

² Observatório Nacional, Rio de Janeiro, Brazil.

³ Instituto Astronômico e Geofísico, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil.

* www.nofs.navy.mil/projects/pmm/USNOSA2doc.html.

deviation of the ICRF minus USNO-A2.0 position differences was 0.20 in accordance with the catalog nominal errors.

Figures 1 and 2 display the position differences in the sense "USNO-A2.0 minus other catalog" as a function of declination and of right ascension, respectively, for the ACT, GSC (corrected positions), and ICRF. Each point plotted is the average over 10° and 1^h bins in declination and in right ascension, respectively. The error bars stand for the formal rms error of each bin. In Figure 2, $\Delta\alpha \cos \delta(\alpha)$ and $\Delta\delta(\alpha)$ offsets are displayed separately for declinations south and north of -20° .

Figure 1 shows that the USNO-A2.0 catalog positions have remarkable distinct behaviors south and north of -20° declination for all three comparisons, as can be seen in the right ascension, but mainly in the declination binned offsets. This is exactly where the southern and northern plate surveys are split. Furthermore, a discontinuity around $+30^\circ$ declination is also perceptible in Figure 1 for all cases except the ACT comparisons. The dispersion seen in the northern part of the $\Delta\delta(\delta)$ plot for the GSC comparison is unusually larger than in the others. Although not as striking as Figure 1, Figure 2 also displays some unexpected sinuous features and nonzero constant offsets in the southern and northern parts. The features in Figures 1 and 2 also seem to change according to the magnitude range considered.

Based on Figures 1 and 2, one is justified to split USNO-A2.0 in two parts and to evaluate the systematic positional offsets in north/south components as a function of magnitude class. This evaluation is shown in Table 1, which gives averages and formal rms errors over all the position differences of each of the three sets for declinations south and north of -20° . The statistics in Table 1 refer to the average offsets of the fields according to the northern and southern parts of USNO-A2.0, while in the figures, the fields' average offsets are binned in right ascension and in declination in order to furnish a more detailed picture of the systematic position offsets in the two catalog parts.

One may estimate the systematic position differences of USNO-A2.0 with regard to the ACT reference frame based on Table 1. In this way, a striking, systematic $\Delta\delta$ offset of -0.17 is found for the bright ($\text{mag} \leq 11$) stars in the southern part of the catalog. For these stars, a systematic difference of -0.07 is also found in $\Delta\alpha \cos \delta$. However, no significant offset is present for the northern bright stars. For intermediate brightness ($11 \leq \text{mag} \leq 16$) stars, systematic $\Delta\delta$ offsets of -0.07 and $+0.13$ are seen in the southern and northern parts, respectively. The $\Delta\alpha \cos \delta$ offsets reach -0.07 in the southern part, but are only $+0.03$ in the north. For fainter ($\text{mag} \geq 16$) stars, the $\Delta\alpha \cos \delta$ and $\Delta\delta$

offsets are, respectively, -0.06 and -0.03 for the southern part, and $+0.11$ and $+0.09$ for the northern.

Undoubtedly, the most intriguing position feature is the $\Delta\delta(\delta)$ pattern related to the brighter ACT southern stars, since ACT is the reference catalog of USNO-A2.0. Although smaller, a clear $\Delta\alpha \cos \delta(\delta)$ signature is also present for these southern bright stars. On this magnitude range, we should expect, at most, a random deterioration with respect to the ACT positions, due to the poor centering of the distorted bright star images of deep Schmidt plates. No effect due to proper motion, magnitude, color index, or epoch difference can explain these sections of constant offsets in $\Delta\delta(\delta)$ and $\Delta\alpha \cos \delta(\delta)$.

Although the $\Delta\delta$ position offsets tend to diminish in size in the south while increasing in the north, for the large magnitudes no dependencies on B and R magnitudes or color index were found in the ICRF and GSC comparisons. For the ACT comparison, on the contrary, such regular patterns do appear.

Figure 3 plots average $\Delta\alpha \cos \delta$ and $\Delta\delta$ offsets against R and B magnitudes and the $(B-R)$ color index for bins of 0.1 mag, for both the south and north ACT comparisons. Both the B and R magnitude graphics point to increasingly positive $\Delta\alpha \cos \delta$ offsets toward increasing magnitudes for the north survey stars. A decreasing tendency of $\Delta\alpha \cos \delta$ on R magnitudes for south stars is less evident. A similarly smooth increase is seen relating the northern $\Delta\delta$ offsets with increasing B magnitudes. In this case, however, the linear dependencies of the southern $\Delta\delta$ offsets with regard to R magnitudes and to $(B-R)$ color index appear to be much more relevant. It is worth noting that for southern GSC stars, the $\Delta\delta$ offsets binned in V magnitude rather than B or R displayed features similar to those found in the ACT comparisons. In this case, linear dependencies resembling those in Figure 3 for R magnitudes apparently extend for V magnitudes greater than 13. No dependence on the star distance to the plate center was found.

3. USNO-A2.0 COMPARISON WITH RECENT OBSERVATIONS

We further investigated USNO-A2.0 against observations made with the Valinhos CCD Meridian Circle at the Abrahão de Moraes Observatory, São Paulo, Brazil (Viateau et al. 1999). In reductions we used the Tycho-2 Catalogue (Høg et al. 2000) as a reference. A set of about 24,000 position differences in the sense USNO-A2.0 minus Valinhos was then formed comprising 20 regions around ICRF sources north and 30 regions south of -20° declination. Magnitudes were within the range $11 \leq V \leq 16$. Observed regions covered 13' in declination by an average of 35" in right ascension. The comparison is shown in

TABLE 1
MEAN POSITION DIFFERENCES (USNO-A2.0 MINUS OTHER CATALOG)

COMPARISONS	MAGNITUDE CLASS	$\delta \leq -20^\circ$			$\delta \geq -20^\circ$		
		$\Delta\alpha \cos \delta$ (arcsec)	$\Delta\delta$ (arcsec)	N	$\Delta\alpha \cos \delta$ (arcsec)	$\Delta\delta$ (arcsec)	N
A2.0-ACT	(7 ≤ mag ≤ 11)	-0.07 (<0.01)	-0.17 (<0.01)	189	-0.01 (<0.01)	+0.00 (<0.01)	418
A2.0-GSC	(11 ≤ mag ≤ 16)	-0.07 (0.01)	-0.07 (0.01)	102	+0.03 (0.01)	+0.13 (0.01)	234
A2.0-ICRF	(16 ≤ mag ≤ 22)	-0.06 (0.02)	-0.03 (0.02)	132	+0.11 (0.01)	+0.09 (0.01)	320

NOTE.—Position differences taken in $4^\circ \times 4^\circ$ fields around ICRF sources. N stands for the number of ICRF fields used for the statistics. Formal rms errors of the corresponding average offsets are given in parentheses.

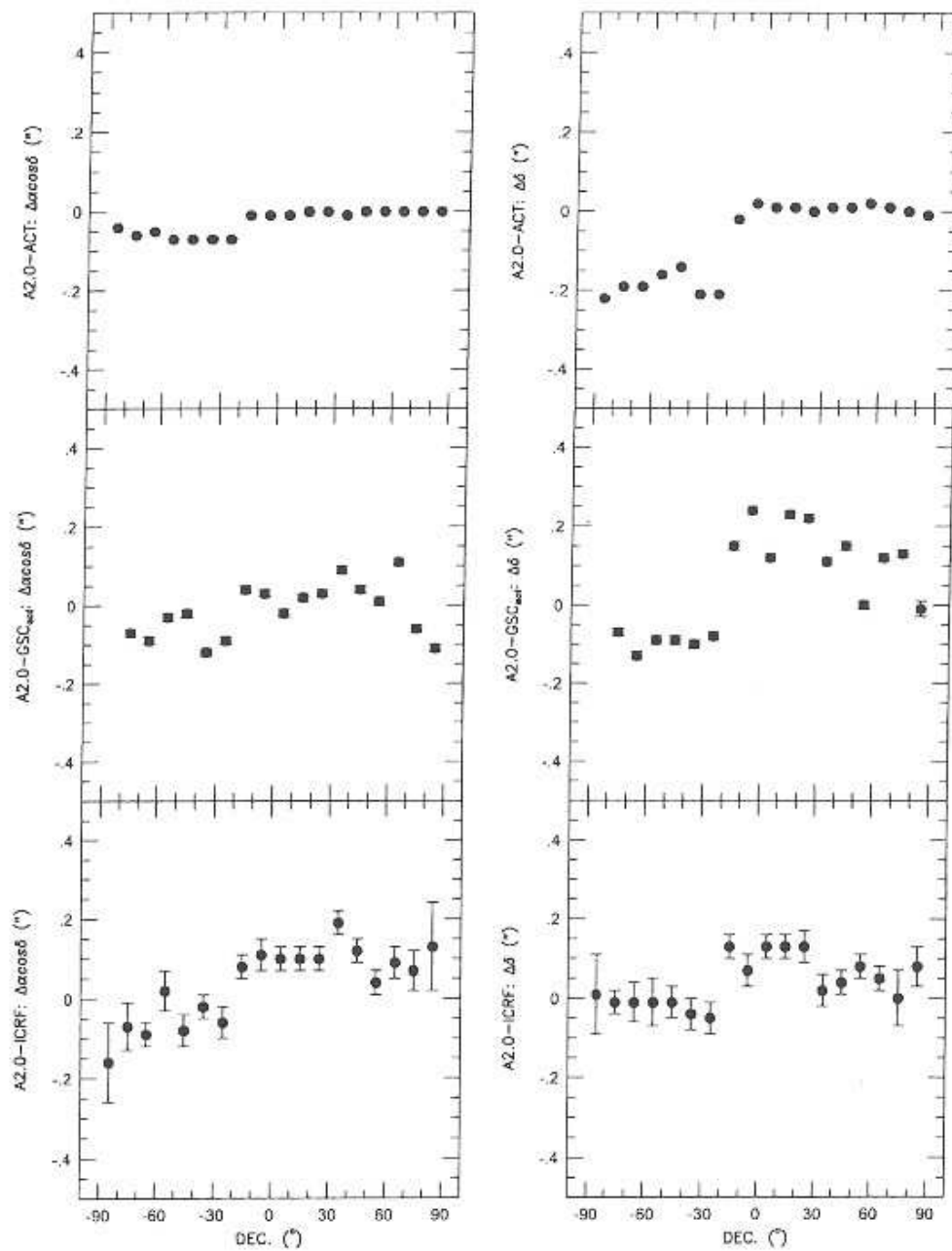


FIG. 1.—Position differences (USNO-A2.0 minus other catalog) as a function of declination for the ACT, GSC (corrected positions), and ICRF. Each point is the average over 10° bins in declination.

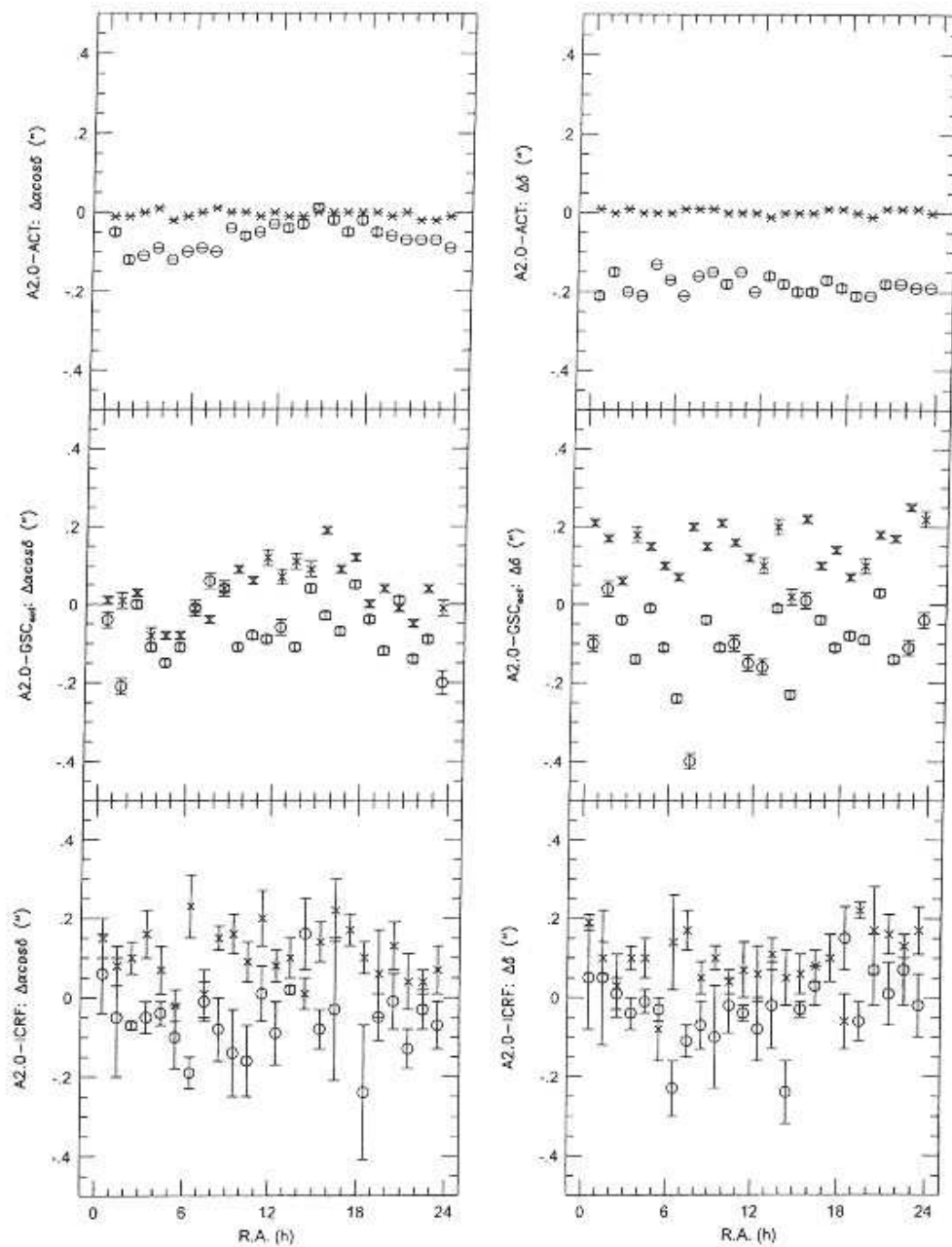


FIG. 2.—Position differences (USNO-A2.0 minus other catalog) as a function of right ascension for the ACT, GSC (corrected positions), and ICRF, for declinations south (*open circles*) and north (*crosses*) of -20° . Each point is the average over 1^h bins in right ascension.

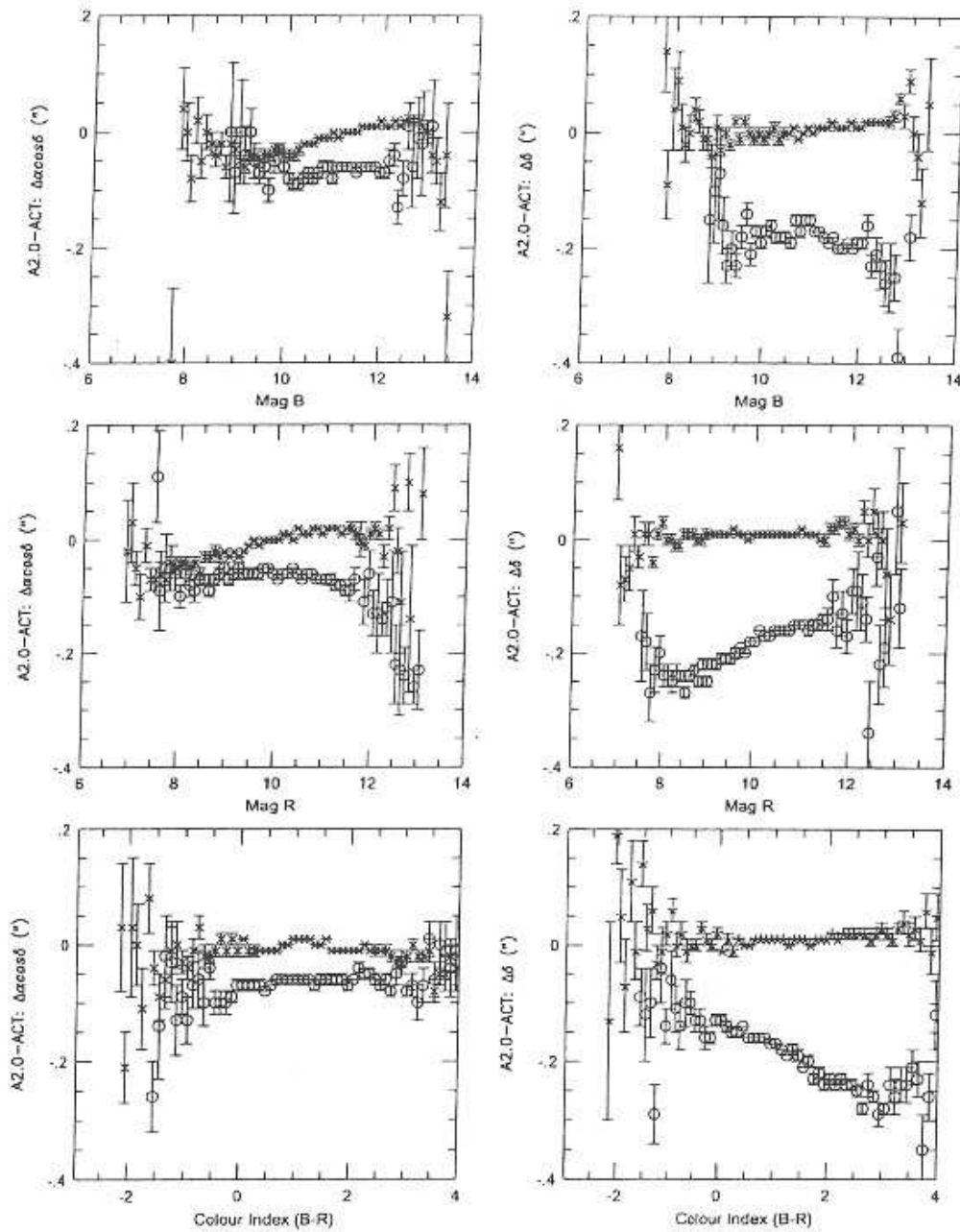


FIG. 3.—ACT position offsets as a function of R and B magnitudes and $(B-R)$ color index for declinations south (open circles) and north (crosses) of -20° . The points are the average of the position differences, binned in cells of 0.1 mag, and the bars represent the respective formal rms errors.

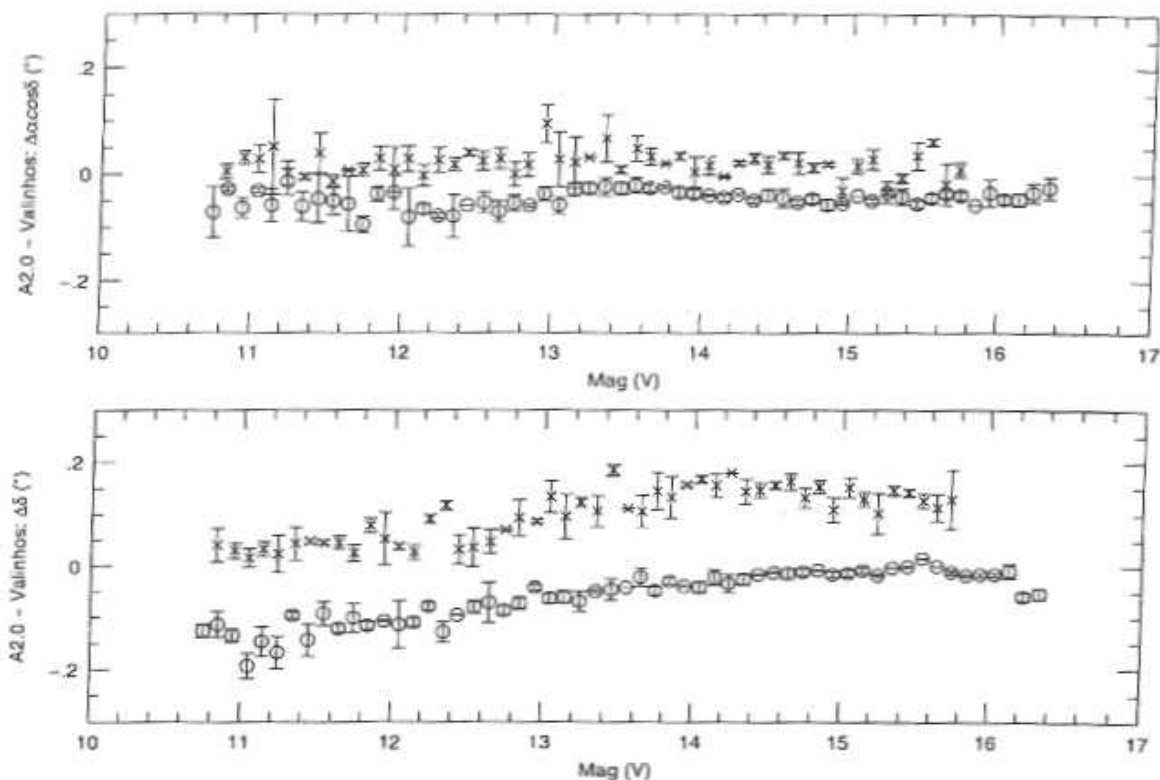


FIG. 4.—Position differences (USNO-A2.0 minus Valinhos) as a function of V magnitudes for declinations south (*open circles*) and north (*crosses*) of -20° . The points are the average of the position offsets, binned in cells of 0.1 mag, and the bars represent the respective formal rms errors.

Figure 4, which displays the average $\Delta\delta$ offsets against V magnitudes in bins of 0.1 mag, for stars both south and north of -20° declination.

These results agree well with the magnitude dependencies discussed in the previous section. Note that Tycho-2 and ACT represent the same system within the position errors considered.

4. DISCUSSION

We have found evident systematic position offsets in the USNO-A2.0 Catalog related to its southern and northern parts. The most intriguing offset is the $\Delta\delta(\delta)$ pattern found for brighter ACT southern stars, since ACT is the reference catalog of USNO-A2.0. Not as striking, but nevertheless

significant, position offsets were also found for higher magnitudes, with distinct behaviors for $\delta < -20^\circ$ and $\delta > -20^\circ$, exactly where the catalog splits in its southern and northern parts. Dependencies with R and V magnitudes and the $(B-R)$ color index were found for bright stars. A zonal error around $+30^\circ$ declination in the USNO-A2.0 which appears for stars fainter than the ACT magnitude range is not discarded. Our lack of knowledge about USNO-A2.0 Catalog construction details prevents us from investigating the origin of the position offsets found.

We are grateful to the anonymous referee for his valuable notes and suggestions.

REFERENCES

- Assafin, M., Vieira Martins, R., Andrei, A. H. 1997, *AJ*, 113, 1451
 da Silva Neto, D. N., Andrei, A. H., Vieira Martins, R., & Assafin, M. 2000, *AJ*, 119, 1470
 Hag, E., et al. 2000, *A&A*, 355, L27
 Lasker, B. M., Sturch, C. R., McLean, B. J., Russell, J. I., Jenkner, H., & Shara, M. 1990, *AJ*, 99, 2019
 Monet, D. G., et al. 1998, USNO-A2.0 (Washington: US Nav. Obs.)
 Urban, S. E., Corbin, T. E., & Wycoff, G. L. 1998, *AJ*, 115, 2161
 Viateau, B., et al. 1999, *A&AS*, 134, 173

Apêndice 2

Estimativas de movimento próprio para estrelas secundárias.

Na tabela abaixo, são listados para 1.884 objetos do USNO-A2.0, as coordenadas originais do catálogo, as estimativa de movimentos próprios (como descritos no capítulo 9), seus respectivos erros em ascensão reta e declinação e as magnitudes R e B, contidas no A2.0, destes objetos.

Tabela A.2.1 Indicação de movimento próprio para 1.884 objetos pertencentes ao USNO-A2.0. μ são as estimativas de movimento próprio e $E\mu$ o erro das mesmas.

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
0	4	23.4400	-47	35	33.410	1.50	5.77	-19.44	8.35	16.7	18.4
0	4	24.6380	-47	33	40.840	9.04	6.46	-9.62	9.54	17.8	18.8
0	4	28.5113	-47	34	20.300	-1.82	4.68	-34.22	6.78	17.7	19.5
0	4	31.3960	-47	37	22.070	16.27	6.06	-30.85	8.96	11.9	13.5
0	4	32.4540	-47	34	19.050	6.24	3.95	2.43	5.93	12.2	14.2
0	4	32.8880	-47	36	9.960	1.49	3.69	-1.26	5.46	12.4	13.8
0	4	34.8207	-47	37	26.920	5.36	5.92	-11.70	8.84	16.9	18.0
0	4	40.6373	-47	35	18.320	-7.66	3.68	-28.89	5.55	17.9	20.1
0	4	43.4473	-47	34	54.310	0.37	4.67	-17.02	6.93	17.2	18.1
0	4	46.7453	-47	34	31.280	6.84	6.05	-11.59	9.03	17.0	18.1
0	10	19.9660	+10	56	20.350	-16.81	7.69	-15.43	3.12	15.6	16.1
0	10	21.0373	+11	0	11.810	-0.28	6.16	-3.79	2.50	15.6	16.6
0	10	24.6060	+10	57	43.120	5.34	4.43	-8.11	1.79	15.4	17.6
0	10	26.8607	+10	57	53.790	-7.03	3.69	-3.31	1.50	17.3	18.0
0	10	32.9653	+10	59	10.040	-16.74	3.23	-19.13	1.31	15.5	18.4
0	10	35.7773	+10	58	10.840	-2.35	3.60	-6.37	1.45	15.6	17.0
0	10	37.4033	+10	56	59.210	0.30	5.28	-3.82	2.16	15.8	17.0
0	10	39.0527	+10	58	29.980	52.53	4.57	-52.21	1.84	15.9	18.5
0	10	39.5107	+11	0	34.440	0.66	6.64	-5.65	2.70	13.6	14.8
0	10	39.8960	+10	58	30.300	12.61	4.80	-6.19	1.96	14.6	15.3
0	10	23.9240	+17	26	48.890	-24.58	4.55	6.16	4.16	19.6	19.8
0	10	25.6293	+17	22	5.540	-0.36	4.52	-23.55	4.16	18.3	20.1
0	10	25.7147	+17	26	52.330	5.05	4.31	-7.45	3.95	16.8	17.7
0	10	27.1620	+17	22	45.070	3.61	3.59	-7.05	3.28	16.3	17.2
0	10	28.0193	+17	23	40.280	2.34	2.74	-6.95	2.50	17.8	19.0
0	10	29.0113	+17	24	45.350	21.86	2.35	-9.11	2.17	18.4	19.9
0	10	29.3533	+17	24	7.000	-2.59	2.29	-10.99	2.08	18.3	20.0
0	10	31.3173	+17	25	8.100	-1.62	2.23	-13.39	2.02	18.4	19.2
0	10	32.5593	+17	22	34.140	9.69	2.77	-12.13	2.53	18.2	19.2
0	10	32.7480	+17	24	22.290	5.52	1.75	-6.12	1.60	18.8	20.2
0	10	34.2387	+17	26	35.370	9.83	3.65	-11.44	3.34	11.8	13.2
0	10	36.2140	+17	22	28.750	6.84	2.65	-12.61	2.41	16.6	17.6
0	10	37.4820	+17	25	34.110	10.06	2.86	6.82	2.62	19.4	19.8
0	10	38.9633	+17	22	39.950	3.98	2.62	-2.38	2.41	15.5	16.9
0	10	39.2253	+17	23	40.720	10.86	2.17	-11.88	1.99	17.7	18.0

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
0	10	41.3860	+17	24	51.770	0.43	3.04	-6.64	2.77	19.1	20.1
0	10	42.3853	+17	23	20.580	-1.16	2.89	-16.08	2.65	19.5	20.2
0	10	42.5320	+17	22	33.610	33.07	3.25	-11.02	2.98	15.7	16.3
0	10	42.7733	+17	23	53.590	36.98	3.01	-20.75	2.74	17.1	18.0
0	10	43.8760	+17	24	39.580	26.45	3.59	20.19	3.28	18.7	19.9
0	10	44.2940	+17	23	59.030	3.19	3.40	-3.70	3.10	18.7	20.1
0	58	24.7787	-57	0	19.080	12.26	4.54	0.68	3.58	17.3	18.2
0	58	26.8380	-57	1	9.390	2.86	5.02	7.39	3.97	17.8	19.3
0	58	28.4427	-57	0	56.340	14.11	4.49	4.13	3.49	18.0	20.6
0	58	29.8927	-56	58	8.300	8.83	5.55	1.99	4.40	18.1	19.7
0	58	30.6887	-56	59	33.560	-3.42	3.58	-2.91	2.87	18.1	20.4
0	58	31.9900	-56	59	42.020	1.17	3.30	-0.97	2.63	17.5	18.1
0	58	39.3567	-57	0	48.500	16.18	3.11	1.05	2.44	17.8	19.9
0	58	43.0433	-57	0	24.770	5.90	2.39	-0.55	1.91	14.5	15.6
0	58	44.5213	-56	59	6.500	21.07	3.01	3.03	2.34	17.8	18.6
0	58	45.3373	-56	59	57.160	33.64	2.15	-16.19	1.72	15.4	17.2
0	58	46.2760	-57	0	26.400	1.43	2.44	4.27	1.91	18.1	20.4
0	58	46.4713	-56	59	40.160	1.49	2.34	-1.80	1.82	17.1	18.9
0	58	46.6273	-56	58	48.780	13.42	3.54	3.20	2.77	17.8	18.9
0	58	47.0173	-57	1	31.200	23.49	4.21	18.09	3.30	18.0	20.3
0	58	47.7347	-56	58	30.730	0.52	4.11	-3.70	3.25	17.3	18.9
0	58	48.7453	-57	0	32.520	8.46	2.68	-9.77	2.06	16.7	18.5
0	58	49.2880	-57	1	1.700	2.83	3.35	-0.72	2.63	18.0	20.1
0	58	50.4353	-56	59	54.260	13.04	2.44	14.62	1.91	17.9	20.0
0	58	52.4320	-57	0	7.130	-9.01	2.68	-0.35	2.06	17.3	17.5
0	58	54.0860	-56	58	31.700	7.19	4.49	1.61	3.54	17.6	19.2
0	58	54.9900	-56	59	23.110	7.53	3.30	14.76	2.58	18.1	20.4
0	58	54.9553	-56	59	36.710	44.52	3.11	-4.24	2.44	18.0	20.4
0	58	56.4780	-57	0	38.740	3.88	3.49	-6.17	2.72	18.1	20.6
0	58	57.6780	-57	1	2.270	5.28	4.11	-5.66	3.20	18.0	20.1
0	58	59.2627	-56	59	8.200	53.24	4.16	-11.06	3.25	15.8	17.8
0	58	59.9767	-57	1	27.250	1.50	4.97	9.85	3.92	17.0	18.3
0	59	4.8740	-56	59	48.040	16.43	4.49	1.15	3.54	18.1	19.7
1	32	54.3233	-51	57	15.970	-5.63	5.03	-11.70	5.40	17.9	19.7
1	32	55.0573	-52	1	14.770	-2.31	4.69	-3.81	5.04	18.0	19.5
1	32	56.7533	-51	58	58.470	-2.63	3.18	-3.05	3.40	16.0	16.9
1	32	58.0467	-52	0	21.410	-6.32	3.32	-5.85	3.59	18.0	19.4
1	32	58.1213	-51	57	22.890	6.06	4.67	2.81	4.97	17.5	19.2
1	32	58.4067	-52	1	40.310	7.17	4.88	-12.30	5.27	14.0	15.1
1	33	2.0887	-52	0	57.560	31.63	3.51	-0.02	3.83	17.6	19.5
1	33	3.7473	-51	59	9.080	29.67	2.48	-13.76	2.66	14.2	15.1
1	33	4.0313	-51	59	43.280	6.98	2.35	2.42	2.54	17.9	20.0
1	33	8.3647	-52	0	36.770	-3.49	2.81	-5.77	3.01	16.3	16.9
1	33	12.4740	-51	58	46.210	-24.93	2.98	-3.67	3.17	17.9	20.1
1	33	13.2673	-52	0	30.820	26.05	2.82	-7.31	3.01	17.6	19.3
1	33	16.5853	-51	58	58.680	1.40	3.22	-2.39	3.44	18.0	19.1
1	33	17.6647	-52	0	46.480	-12.12	3.32	5.25	3.59	17.9	20.1
1	33	23.3853	-51	58	50.390	-0.16	4.31	-7.36	4.57	16.4	17.2
1	33	24.6807	-51	59	36.030	-2.97	4.04	-11.22	4.34	18.0	19.1
1	33	26.2093	-52	1	7.500	6.83	4.66	-3.47	4.96	17.8	19.0
1	33	27.5533	-52	2	4.550	-24.06	5.67	-3.45	6.09	18.0	19.2
1	37	40.3080	-24	33	30.710	14.76	11.83	-7.86	10.49	12.8	13.6
1	37	46.2947	-24	33	33.460	2.41	9.02	-18.96	7.93	16.1	16.9
1	37	51.7500	-24	32	41.430	13.59	12.80	-9.32	11.34	12.3	13.3

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	''	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
2	3	40.7927	+11	34	4.810	6.98	7.12	-8.51	4.52	13.9	15.7
2	3	43.8520	+11	33	50.450	-2.56	5.14	-4.26	3.13	14.9	16.1
2	3	44.0700	+11	32	59.470	-12.11	6.56	-12.08	3.77	18.7	19.5
2	3	46.5033	+11	35	35.800	-12.34	6.13	-13.06	3.70	15.5	16.6
2	3	46.6660	+11	35	22.940	-4.08	5.52	-9.21	3.34	18.2	19.4
2	3	51.2440	+11	35	33.400	5.79	6.89	-5.86	4.03	16.3	18.3
2	3	52.1380	+11	32	50.170	1.74	8.07	-8.31	4.73	18.5	19.8
2	22	49.3473	-34	40	15.890	10.28	10.28	-8.64	5.17	17.9	20.4
2	22	49.5013	-34	42	32.370	14.12	9.89	-26.22	4.78	16.4	17.4
2	22	52.6240	-34	41	35.470	19.71	6.47	-3.02	3.14	17.0	18.7
2	22	53.6833	-34	43	42.320	-12.51	12.25	-21.71	5.82	17.9	19.0
2	22	55.2707	-34	39	46.060	5.00	7.54	-2.37	3.71	17.7	20.4
2	22	55.6387	-34	42	43.720	10.67	8.69	-3.35	4.18	17.1	17.9
2	22	57.1473	-34	40	47.900	22.12	4.66	-4.23	2.33	17.4	17.9
2	22	57.5873	-34	39	0.870	35.10	9.47	19.36	4.69	17.0	17.5
2	23	0.5233	-34	41	22.730	0.87	6.36	-10.87	3.16	17.7	19.2
2	23	2.7840	-34	40	17.840	13.35	7.38	-2.86	3.67	13.8	14.0
2	23	4.3440	-34	39	46.810	16.94	9.02	-5.79	4.50	16.0	17.0
2	38	29.3713	+16	36	45.790	28.01	4.42	-25.71	3.67	12.3	13.3
2	38	29.5753	+16	35	36.320	11.70	4.78	-13.59	3.97	18.0	19.7
2	38	29.8753	+16	35	51.440	11.66	4.51	-26.46	3.76	17.0	17.5
2	38	32.2953	+16	36	0.780	-6.28	3.76	-7.83	3.13	12.0	13.1
2	38	32.2967	+16	37	13.930	65.21	3.67	-103.47	3.04	16.8	19.2
2	38	33.0953	+16	35	18.690	3.49	4.27	-6.46	3.55	18.0	18.9
2	38	35.0127	+16	36	44.840	-6.45	2.89	-12.98	2.38	17.8	19.6
2	38	35.1487	+16	38	42.270	1.61	5.12	-12.41	4.24	17.0	17.7
2	38	36.6420	+16	36	27.260	20.30	2.62	-13.54	2.17	12.7	13.3
2	38	38.4673	+16	38	16.820	21.92	4.06	-24.52	3.37	15.7	17.7
2	38	39.8467	+16	37	20.090	4.61	2.77	-16.45	2.29	14.3	15.6
2	38	41.3207	+16	38	5.030	5.00	3.79	-10.33	3.16	18.6	19.3
2	38	45.5560	+16	38	46.950	2.57	5.36	-42.52	4.45	13.5	14.0
2	38	45.9013	+16	37	35.930	3.86	4.00	-7.64	3.31	14.2	15.2
2	38	48.2700	+16	34	35.010	1.80	6.47	-13.26	5.36	16.3	17.6
2	38	48.5860	+16	36	52.880	1.34	4.48	-9.21	3.73	17.2	17.2
2	39	43.8087	+4	15	23.870	30.63	4.57	-39.74	12.36	15.4	16.0
2	39	47.6160	+4	17	51.220	15.31	5.20	-31.34	14.05	18.7	18.9
2	39	50.3333	+4	15	19.280	1.61	2.08	-16.26	5.61	13.3	14.1
2	39	52.3867	+4	14	9.990	6.40	2.24	0.16	6.02	12.8	13.6
2	39	54.0113	+4	14	43.800	2.63	1.98	-12.19	5.32	15.1	16.5
2	39	56.6820	+4	17	58.320	6.58	2.17	-4.41	5.83	17.9	18.0
2	39	59.5807	+4	16	14.790	5.37	2.30	-11.30	6.24	18.0	18.9
2	39	59.8833	+4	15	58.980	0.73	2.58	29.58	7.02	16.5	17.2
2	40	3.1500	+4	18	56.970	2.79	2.80	-9.62	7.56	14.5	15.2
2	53	21.9960	-54	42	46.980	6.85	5.55	2.75	4.99	16.9	18.6
2	53	23.4100	-54	42	16.670	9.09	4.99	1.95	4.44	16.5	17.6
2	53	24.9987	-54	43	1.710	3.77	4.62	-10.00	4.16	16.2	17.0
2	53	29.1693	-54	41	51.550	-549.51	3.61	-292.92	3.24	17.6	17.4
2	53	32.6807	-54	40	27.390	3.23	5.82	-10.32	5.18	14.2	15.3
2	53	32.7773	-54	43	29.870	11.13	5.08	-6.12	4.53	16.0	16.9
2	53	35.8693	-54	43	31.670	-3.11	5.92	-2.99	5.27	17.3	19.0
2	53	35.8133	-54	40	18.140	7.57	6.38	-0.41	5.64	17.3	17.8
2	53	41.4013	-54	42	10.820	8.26	6.29	2.29	5.64	16.9	17.5
3	3	34.8367	-62	9	50.520	-0.51	5.26	2.34	6.60	15.9	17.5
3	3	38.8427	-62	8	56.490	3.95	4.68	13.63	5.93	16.4	17.3

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
3	3	45.2747	-62	8	28.620	9.54	4.84	2.73	6.10	16.9	17.4
3	3	47.5267	-62	12	29.630	38.83	4.01	26.69	5.01	16.2	17.5
3	3	48.0033	-62	13	31.490	0.98	5.43	2.34	6.85	17.9	20.1
3	3	52.5460	-62	10	52.210	7.95	2.76	-3.39	3.42	17.8	19.3
3	3	53.2727	-62	13	33.050	10.26	4.76	5.70	5.93	16.3	17.3
3	3	58.1647	-62	11	0.800	-1.31	3.67	10.07	4.59	16.3	17.1
3	4	1.3380	-62	12	34.050	6.84	4.09	15.32	5.09	17.3	18.2
3	4	3.9127	-62	11	7.900	-1.17	5.09	-1.98	6.43	16.9	17.8
4	5	29.6840	-13	9	9.600	11.79	4.08	-13.42	2.61	17.1	18.4
4	5	31.0720	-13	8	29.930	7.10	3.37	-1.13	2.17	17.3	17.5
4	5	31.6480	-13	7	8.450	4.96	3.93	-4.87	2.53	16.5	17.3
4	5	33.1913	-13	6	48.680	2.45	3.92	-22.95	2.51	18.0	19.6
4	5	37.0540	-13	9	16.710	7.13	2.89	-1.25	1.87	16.7	17.8
4	5	38.9200	-13	7	46.730	-0.55	2.30	-2.76	1.47	18.2	19.4
4	5	40.1407	-13	7	23.610	17.56	2.76	-1.73	1.77	13.7	14.9
4	5	40.2840	-13	7	36.120	-1.35	2.61	-5.33	1.67	18.4	18.9
4	5	40.5847	-13	10	10.190	3.30	4.66	-3.16	2.99	16.2	17.3
4	5	46.1380	-13	6	31.230	6.11	5.02	-1.10	3.22	16.9	18.4
4	9	10.5593	+12	18	47.750	3.68	3.88	-3.52	2.79	17.0	19.3
4	9	10.5347	+12	17	42.800	9.67	4.96	8.64	3.44	18.2	19.4
4	9	14.7213	+12	18	6.290	2.22	3.30	-6.05	2.33	18.2	19.0
4	9	18.1227	+12	18	10.050	11.86	2.54	-8.32	1.88	15.5	16.8
4	9	18.9673	+12	20	30.210	-3.61	5.15	-7.68	4.07	10.4	12.3
4	9	22.1560	+12	18	55.040	6.45	2.88	-5.58	2.30	16.8	18.5
4	9	24.5280	+12	16	56.090	-0.92	3.50	-21.67	2.70	15.1	16.3
4	9	30.3587	+12	16	49.550	-0.89	4.02	-4.76	3.21	16.1	17.8
4	9	30.8007	+12	16	57.840	6.40	3.99	-3.81	3.19	16.7	18.3
4	16	30.8160	-18	51	49.180	-0.05	7.19	4.13	10.19	14.2	14.3
4	16	32.2700	-18	52	50.420	-0.79	7.45	-7.15	10.45	17.9	18.8
4	16	34.5607	-18	50	54.680	15.44	6.01	-38.30	8.49	17.6	18.3
4	16	35.6553	-18	49	22.370	38.88	9.80	-76.58	13.72	17.3	17.7
4	16	36.7733	-18	49	32.030	16.78	9.02	-0.91	12.81	12.5	12.8
4	16	36.9607	-18	51	45.030	-1.58	4.31	-22.50	6.01	18.0	18.6
4	16	39.6373	-18	51	7.670	21.51	4.44	-32.90	6.14	17.9	20.1
4	16	40.3167	-18	52	39.340	8.66	5.36	-19.07	7.45	18.0	18.8
4	16	42.1333	-18	51	33.910	3.65	4.31	-3.49	6.14	14.6	15.0
4	16	44.7960	-18	52	32.210	14.09	6.40	15.35	9.02	17.9	19.7
4	16	45.3120	-18	52	53.570	3.65	7.32	-6.55	10.32	18.0	20.2
4	16	48.8980	-18	50	9.540	-8.62	9.15	-11.14	12.94	17.4	19.7
4	16	50.5120	-18	50	49.840	-22.28	9.02	-53.20	12.68	17.5	17.2
4	24	36.2327	+0	37	22.340	-1.81	1.32	-5.06	1.63	18.3	18.7
4	24	36.8180	+0	33	48.940	4.29	1.72	-2.60	2.10	15.8	16.2
4	24	37.3533	+0	34	36.010	1.92	1.35	-4.43	1.66	17.9	18.5
4	24	37.5700	+0	37	31.530	1.61	1.29	-0.58	1.57	13.9	14.6
4	24	37.7200	+0	35	24.590	-0.47	1.10	-2.88	1.35	17.0	17.2
4	24	38.7573	+0	34	5.760	-0.01	1.44	-5.26	1.76	19.1	19.1
4	24	40.0500	+0	37	43.620	-0.31	1.32	-2.85	1.60	18.9	19.3
4	24	40.5533	+0	37	0.670	4.03	1.03	-2.43	1.25	18.5	18.7
4	24	41.6067	+0	36	22.240	3.15	0.85	-2.33	1.03	16.2	17.0
4	24	42.0480	+0	34	35.730	-5.37	1.03	-0.44	1.29	17.7	18.8
4	24	42.4233	+0	37	12.450	5.07	1.13	-2.38	1.38	12.4	12.9
4	24	42.9273	+0	34	25.890	0.84	1.10	3.43	1.32	18.2	19.0
4	24	46.5593	+0	34	48.850	3.32	1.07	-12.81	1.29	18.5	18.5
4	24	47.8820	+0	33	55.190	21.94	1.38	-11.89	1.69	14.9	15.1

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
4	24	48.6753	+ 0	37	26.500	0.29	1.63	-3.48	2.01	17.3	18.0
4	24	49.8787	+ 0	36	35.340	3.05	1.47	-10.30	1.82	16.4	17.5
4	24	52.7153	+ 0	33	58.320	1.94	1.72	0.52	2.10	18.9	19.2
4	24	54.9833	+ 0	38	21.230	25.82	2.70	-8.24	3.29	15.7	17.7
4	24	55.7800	+ 0	35	34.130	-16.32	2.01	0.69	2.48	15.8	15.9
4	24	56.0040	+ 0	33	46.810	-0.54	2.10	-6.61	2.57	16.0	16.0
4	24	34.3373	-37	57	48.720	8.91	5.63	2.48	9.18	16.6	18.4
4	24	34.9253	-37	57	6.700	-3.77	4.43	0.03	7.33	16.6	17.9
4	24	35.0540	-37	58	42.420	3.20	6.84	1.06	11.20	14.4	15.6
4	24	35.1513	-37	54	45.970	13.72	4.04	14.68	6.68	16.6	18.4
4	24	35.2240	-37	53	56.510	-6.72	5.12	9.90	8.36	16.0	16.9
4	24	36.0060	-37	54	35.290	-2.50	4.17	-5.11	6.81	14.8	16.0
4	24	36.7600	-37	55	10.140	-3.14	3.44	-8.34	5.65	17.7	18.9
4	24	39.4040	-37	55	27.610	12.72	3.01	13.72	5.00	12.5	14.1
4	24	39.5620	-37	54	58.230	12.31	3.61	27.88	5.95	11.0	11.5
4	24	40.7167	-37	55	37.990	10.51	3.01	-13.79	4.91	17.9	19.4
4	24	40.9880	-37	57	49.780	22.67	4.00	-32.09	6.51	16.9	18.9
4	24	41.6947	-37	56	4.010	-0.72	2.79	-16.80	4.61	16.2	17.8
4	24	41.9173	-37	57	50.260	-6.00	3.91	12.10	6.42	15.6	16.4
4	24	45.0607	-37	56	53.080	-0.75	3.48	-11.08	5.69	16.3	17.4
4	24	47.9087	-37	56	32.020	-2.96	4.52	-2.12	7.41	16.4	17.1
4	24	56.0853	-37	58	32.530	6.52	7.96	12.41	13.06	17.3	18.3
4	28	30.8107	-37	58	22.560	19.96	9.37	61.14	4.81	15.6	17.2
4	28	30.9780	-37	57	5.580	9.57	6.62	0.39	3.35	17.9	19.2
4	28	31.4227	-37	55	9.510	-9.56	7.48	0.59	3.78	17.5	19.1
4	28	34.9280	-37	57	31.370	3.35	5.93	5.43	3.01	16.8	17.3
4	28	37.5280	-37	57	13.400	8.13	4.73	-0.61	2.41	17.4	19.1
4	28	37.5467	-37	58	0.030	9.80	6.62	-22.35	3.44	18.0	20.5
4	28	37.6867	-37	57	27.830	6.79	5.24	2.76	2.66	16.5	17.1
4	28	40.0773	-37	55	6.930	4.96	6.53	-4.79	3.35	16.9	18.7
4	28	43.7360	-37	57	34.520	25.88	5.76	-21.16	2.92	16.9	18.6
4	28	47.1140	-37	55	11.410	13.50	8.08	7.39	4.12	16.6	18.1
4	28	53.4113	-37	58	0.270	-4.62	9.88	-1.40	5.07	17.8	20.0
4	38	51.7287	-45	22	32.770	7.34	4.40	10.34	5.23	15.0	15.5
4	38	54.5660	-45	21	52.290	9.46	3.50	9.73	4.21	17.0	17.6
4	38	57.3820	-45	21	29.430	7.32	2.97	2.38	3.63	17.5	18.3
4	38	57.5640	-45	24	40.010	11.77	5.96	-50.49	6.96	13.9	14.3
4	38	58.3247	-45	22	54.750	41.51	3.29	5.99	3.93	17.3	19.4
4	38	58.5747	-45	20	53.880	-3.43	3.29	8.06	3.94	15.2	15.9
4	38	58.9927	-45	20	41.270	13.94	3.45	5.00	4.15	16.8	17.3
4	39	3.0033	-45	24	37.480	2.79	5.65	27.12	6.63	16.0	17.4
4	39	4.9633	-45	25	0.930	6.60	6.46	0.55	7.47	17.3	19.1
4	39	6.7920	-45	21	15.450	3.60	3.02	-3.36	3.57	17.8	19.5
4	39	9.7680	-45	20	29.120	4.96	4.29	15.86	5.07	17.3	18.6
4	39	10.8373	-45	23	53.000	5.52	5.24	17.54	6.09	13.6	13.9
4	39	16.6393	-45	21	47.510	19.91	5.21	-39.52	6.16	17.1	18.7
4	39	17.5267	-45	21	30.440	8.58	5.53	2.17	6.48	15.8	16.2
4	48	49.1913	-80	59	36.400	4.16	5.92	23.83	6.74	17.6	19.3
4	48	53.4673	-81	0	33.140	20.37	4.88	-9.06	5.46	17.8	20.5
4	48	56.4213	-81	2	18.880	-7.21	4.82	9.87	5.47	17.6	20.1
4	49	17.8140	-80	59	34.470	6.81	4.76	3.16	5.40	17.8	20.6
4	49	18.8227	-81	2	36.880	9.39	4.30	10.44	4.89	17.3	17.7
4	49	23.5013	-81	1	46.890	11.00	3.37	18.40	3.84	17.7	18.9
4	49	23.8173	-81	1	58.990	-9.10	3.48	22.16	3.95	16.4	17.7

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
4	49	32.4173	-81	1	28.600	14.89	2.90	21.28	3.26	16.4	17.0
4	49	38.9440	-81	0	28.450	6.67	2.96	15.35	3.25	17.7	19.6
4	49	42.1300	-81	2	22.870	15.06	3.43	13.42	3.96	16.4	17.1
4	49	45.2247	-81	1	2.540	-3.15	2.44	1.16	2.73	17.0	18.1
4	49	47.4847	-80	59	54.780	20.64	3.31	18.24	3.72	17.8	20.5
4	49	49.5800	-81	1	44.520	7.28	2.61	17.46	2.91	15.6	16.0
4	49	54.5953	-81	2	9.950	-217.71	3.08	-23.99	3.44	17.3	18.6
4	49	57.7647	-80	59	11.320	-9.29	4.24	-10.33	4.77	17.6	20.0
4	49	59.6753	-81	2	41.010	8.18	3.83	7.70	4.31	17.3	18.3
4	50	1.1507	-81	0	54.420	4.16	2.09	19.64	2.39	17.8	20.0
4	50	3.8047	-81	2	20.750	-0.32	3.25	9.17	3.73	17.4	18.6
4	50	4.2207	-80	59	47.500	-1.21	3.19	11.41	3.66	16.4	16.8
4	50	6.3040	-81	2	3.430	5.67	2.91	6.63	3.32	16.5	17.2
4	50	12.6380	-81	0	33.350	1.26	2.26	10.67	2.62	17.0	17.5
4	50	17.1720	-81	0	44.750	-5.13	2.21	14.20	2.50	15.9	16.4
4	50	21.2160	-80	59	59.990	8.45	2.73	26.96	3.06	17.3	21.0
4	50	23.2220	-81	1	58.030	-44.34	3.02	-61.63	3.44	17.4	19.0
4	50	24.3893	-81	1	55.220	15.89	2.96	25.78	3.44	17.0	18.9
4	50	30.4473	-81	2	2.600	-0.23	3.31	8.35	3.78	17.8	20.5
4	50	33.1140	-80	59	22.100	-6.76	3.89	6.89	4.36	16.4	17.1
4	50	33.7867	-81	1	16.430	-3.83	2.67	10.43	3.03	17.4	19.1
4	50	36.3540	-81	1	6.820	0.86	2.73	9.15	3.09	17.6	19.0
4	50	41.9187	-80	59	56.640	-3.66	3.31	30.58	3.78	15.6	16.3
4	50	50.2687	-81	1	47.000	6.24	3.72	19.68	4.19	17.4	20.7
4	50	53.5573	-81	0	9.620	-29.98	3.54	28.24	4.02	17.6	20.1
4	50	55.2600	-81	2	45.370	-7.21	5.11	8.83	5.82	14.7	15.3
4	50	55.2973	-80	59	30.890	3.13	3.93	0.15	4.49	17.8	20.0
4	50	57.7107	-81	1	18.150	8.17	3.66	37.42	4.19	15.1	15.2
4	50	57.3647	-80	59	42.360	13.16	4.07	9.01	4.60	17.8	19.3
4	50	57.6793	-80	59	11.990	3.00	4.65	7.26	5.30	17.6	18.8
4	51	1.7480	-81	0	45.820	21.41	3.72	16.58	4.19	17.8	20.0
5	22	49.3367	-36	27	22.700	-1.59	2.08	3.23	6.71	16.2	17.4
5	22	49.9600	-36	29	22.540	1.56	2.79	10.28	9.09	15.8	16.9
5	22	52.1133	-36	25	4.260	5.51	2.84	4.14	9.37	14.4	15.4
5	22	52.8527	-36	27	5.310	3.29	1.57	17.17	5.22	13.1	14.6
5	22	53.3747	-36	29	17.700	14.90	2.79	37.42	9.05	13.4	14.8
5	22	56.0433	-36	26	18.790	4.58	1.42	-15.94	4.66	14.0	15.3
5	23	1.6160	-36	25	4.240	0.85	1.88	1.80	6.05	16.3	17.3
5	23	2.9747	-36	27	42.190	3.99	2.38	5.29	7.81	16.5	17.0
5	23	6.9667	-36	24	58.740	-1.35	2.18	14.66	7.08	15.2	16.1
5	23	9.3687	-36	27	11.550	4.59	3.19	-197.83	10.54	12.2	13.8
5	23	9.8173	-36	25	10.740	3.28	2.48	5.54	8.17	16.5	17.1
6	16	26.5487	-34	55	40.860	22.79	3.42	6.01	3.71	18.0	19.9
6	16	26.8713	-34	56	58.910	-4.50	3.50	10.15	3.83	16.8	17.4
6	16	28.3380	-34	55	38.410	-2.32	2.97	32.92	3.22	12.1	12.9
6	16	29.0293	-34	57	7.870	-0.18	3.02	3.98	3.30	18.0	19.4
6	16	29.1567	-34	56	4.730	-3.27	2.69	1.42	2.93	17.9	20.8
6	16	29.2467	-34	55	20.730	5.95	2.85	26.83	3.09	17.9	19.7
6	16	29.9740	-34	54	16.150	-5.24	3.50	4.25	3.75	17.9	19.8
6	16	30.1567	-34	54	26.060	-6.84	3.30	12.66	3.58	17.9	19.5
6	16	30.3000	-34	55	26.870	3.16	2.57	-9.46	2.77	17.9	19.4
6	16	30.9367	-34	57	54.550	0.03	3.26	1.81	3.54	17.9	19.6
6	16	31.2367	-34	58	14.010	-8.70	3.55	14.83	3.87	17.6	19.5
6	16	31.5580	-34	58	5.580	-5.15	3.38	-5.49	3.62	16.5	17.7

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
6	16	32.0133	-34	54	16.710	-348.61	3.22	-38.37	3.50	11.8	12.1
6	16	31.8260	-34	56	21.210	1.70	2.08	-3.82	2.24	17.8	20.5
6	16	31.9693	-34	56	0.200	-7.08	2.04	2.91	2.20	17.4	18.6
6	16	32.0960	-34	54	44.020	-8.53	2.73	3.67	2.97	17.7	19.6
6	16	32.2593	-34	54	51.980	-1.45	2.57	-2.65	2.81	18.0	19.5
6	16	32.5147	-34	57	10.670	-4.57	2.37	1.69	2.56	17.6	18.3
6	16	32.6027	-34	56	4.090	-6.64	1.92	20.24	2.08	17.5	19.1
6	16	33.0413	-34	54	42.740	-0.49	2.61	7.26	2.85	17.7	17.7
6	16	33.8327	-34	58	20.240	-11.15	3.38	-9.81	3.66	17.9	19.8
6	16	34.0240	-34	54	40.420	-4.71	2.57	8.37	2.81	17.8	20.7
6	16	34.7240	-34	55	50.170	12.46	1.67	12.17	1.83	16.3	17.4
6	16	34.8413	-34	55	21.340	-3.37	1.92	1.10	2.08	17.9	19.0
6	16	35.0807	-34	56	5.320	-14.25	1.59	8.55	1.75	17.9	19.0
6	16	35.6280	-34	56	12.360	-29.13	1.55	16.46	1.71	16.9	18.7
6	16	35.7840	-34	55	33.500	-13.84	1.75	-9.92	1.91	17.6	19.2
6	16	35.8867	-34	57	18.380	-0.61	2.20	8.61	2.36	17.9	19.3
6	16	36.4420	-34	55	13.260	-2.63	2.00	-7.68	2.16	17.6	19.3
6	16	37.1780	-34	56	24.630	14.78	1.67	15.34	1.79	16.4	17.1
6	16	37.3207	-34	55	50.820	-1.98	1.67	-3.15	1.79	16.9	17.4
6	16	37.4673	-34	57	42.170	-2.78	2.61	3.42	2.85	17.9	19.1
6	16	37.6373	-34	54	43.250	-16.61	2.53	0.67	2.73	18.0	19.0
6	16	37.8280	-34	54	4.650	32.04	3.22	4.91	3.50	15.3	16.8
6	16	38.5800	-34	56	11.490	-4.92	1.75	14.56	1.91	17.9	19.8
6	16	39.9953	-34	57	58.180	-6.48	3.14	11.42	3.38	17.5	20.0
6	16	40.4407	-34	54	17.760	-3.33	3.27	18.33	3.54	17.6	18.1
6	16	40.4607	-34	54	27.420	0.39	3.10	2.50	3.38	13.5	14.4
6	16	40.7927	-34	57	53.730	-4.41	3.14	20.30	3.38	17.7	20.7
6	16	41.0207	-34	54	49.180	-1.84	2.90	7.48	3.09	17.9	19.5
6	16	41.3160	-34	54	23.910	-16.41	3.30	-9.74	3.58	16.7	18.1
6	16	41.5153	-34	56	38.300	-2.85	2.45	6.57	2.65	17.6	19.0
6	16	41.6720	-34	56	10.720	-3.25	2.37	7.14	2.56	16.8	18.1
6	16	42.0627	-34	54	28.130	-1.26	3.35	-1.44	3.62	16.9	17.5
6	16	42.2420	-34	57	27.180	2.40	3.02	4.95	3.30	16.6	17.3
6	16	42.3827	-34	56	5.300	0.07	2.53	7.55	2.81	17.9	20.2
6	16	42.6707	-34	55	1.580	-9.83	3.06	-30.01	3.30	16.4	17.0
6	16	43.0407	-34	56	29.790	10.71	2.77	-3.53	2.97	17.7	19.8
6	16	43.9973	-34	56	48.110	-0.77	3.10	-2.75	3.38	17.2	18.6
6	16	44.3920	-34	57	19.010	-2.15	3.43	-4.45	3.70	17.3	18.1
6	16	45.5667	-34	56	3.760	-2.78	3.47	0.13	3.70	17.6	19.0
6	30	58.3500	-41	56	18.750	-6.05	2.97	0.15	2.32	17.6	18.2
6	30	58.6913	-41	54	3.730	-2.35	2.57	7.94	2.00	17.6	18.4
6	30	59.0760	-41	53	6.410	9.07	2.73	43.83	2.08	12.5	13.2
6	30	59.0913	-41	53	30.060	3.68	2.57	3.46	2.00	17.7	19.1
6	30	59.7427	-41	51	56.850	-5.13	3.21	4.84	2.49	16.1	16.6
6	31	0.3653	-41	56	39.180	-5.21	2.89	8.53	2.24	15.7	16.2
6	31	3.5773	-41	56	4.090	-0.57	2.24	1.51	1.76	15.9	16.6
6	31	4.1567	-41	53	31.280	-0.09	2.00	3.23	1.52	17.4	17.8
6	31	4.5773	-41	53	22.190	8.42	2.00	13.26	1.52	17.3	18.4
6	31	4.6233	-41	54	16.190	14.57	1.76	9.34	1.36	16.6	17.1
6	31	4.8660	-41	52	37.750	-0.69	2.32	6.35	1.84	17.7	18.8
6	31	6.0213	-41	52	46.040	5.03	2.16	3.29	1.68	17.1	17.5
6	31	7.7033	-41	53	3.570	5.75	1.92	1.64	1.44	16.5	16.6
6	31	8.7987	-41	55	46.270	-7.15	1.68	2.23	1.36	17.7	19.4
6	31	9.2147	-41	53	38.390	-3.12	1.52	4.52	1.20	17.3	17.8

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
6	31	9.8160	-41	56	9.130	3.94	1.92	-0.15	1.44	16.6	17.5
6	31	9.7813	-41	56	36.990	6.42	2.16	3.59	1.68	17.6	18.9
6	31	10.1340	-41	56	44.060	5.46	2.24	14.18	1.76	17.4	18.6
6	31	10.2913	-41	54	5.030	-4.21	1.36	20.84	1.04	15.8	16.6
6	31	10.3627	-41	55	54.190	2.36	1.76	4.78	1.36	17.4	17.8
6	31	12.5553	-41	54	15.520	-5.76	1.28	25.71	0.96	16.5	16.7
6	31	13.0087	-41	57	10.460	13.99	2.49	-4.36	1.92	17.1	18.0
6	31	13.0213	-41	53	16.730	-2.72	1.68	3.55	1.28	17.4	18.0
6	31	13.4360	-41	54	57.730	-5.27	1.32	2.75	1.04	17.4	18.2
6	31	13.5073	-41	54	33.720	9.83	1.28	9.26	0.96	17.7	18.7
6	31	14.4873	-41	55	58.070	6.71	1.76	3.98	1.36	16.9	17.8
6	31	15.1580	-41	53	3.860	-4.87	1.84	5.99	1.44	17.6	18.4
6	31	15.8153	-41	54	33.740	12.36	1.36	-13.19	1.04	17.6	18.4
6	31	16.2473	-41	52	25.730	31.87	2.24	-81.92	1.76	17.6	19.2
6	31	17.1273	-41	52	37.590	-26.92	2.16	22.03	1.68	15.4	15.8
6	31	17.1033	-41	56	10.790	2.16	2.00	6.41	1.52	17.5	18.9
6	31	17.3060	-41	56	53.810	-0.13	2.49	9.58	1.92	15.8	16.5
6	31	17.4340	-41	55	23.770	-8.47	1.68	10.73	1.28	16.0	16.6
6	31	17.7433	-41	55	2.610	-0.13	1.60	4.44	1.20	17.5	18.1
6	31	17.8840	-41	52	39.370	7.48	2.24	7.86	1.68	14.5	14.8
6	31	18.3433	-41	53	15.700	-8.86	1.92	3.15	1.52	15.2	15.9
6	31	19.0613	-41	54	15.870	-9.13	1.68	12.94	1.28	17.7	18.9
6	31	19.3373	-41	52	9.770	-2.25	2.65	7.75	2.00	17.4	17.6
6	31	21.5960	-41	52	58.340	5.02	2.32	4.39	1.84	17.4	18.3
6	31	22.0227	-41	52	25.670	-13.50	2.65	17.44	2.08	17.3	17.8
6	31	23.0400	-41	55	55.420	3.62	2.40	-3.07	1.84	17.0	17.1
6	31	23.4793	-41	56	18.540	1.34	2.65	0.62	2.00	17.3	17.3
6	31	24.4107	-41	55	50.960	-4.55	2.57	12.13	2.00	17.1	18.2
6	31	25.0687	-41	52	18.980	4.47	3.05	3.77	2.32	16.5	16.7
6	31	25.9613	-41	53	51.260	-4.94	2.57	-1.01	2.00	17.3	17.9
6	31	26.2767	-41	53	22.580	-144.37	2.73	-77.81	2.08	15.4	15.7
7	1	27.0887	-46	34	48.230	-3.33	4.43	3.06	3.97	10.5	11.2
7	1	27.2987	-46	33	56.460	-9.69	4.08	2.74	3.66	17.8	20.6
7	1	28.1193	-46	34	12.080	-2.49	3.51	10.25	3.16	16.4	17.7
7	1	28.7927	-46	34	28.810	0.48	3.24	-1.13	2.89	17.7	20.4
7	1	30.2860	-46	33	26.960	11.54	3.97	9.32	3.55	17.7	18.9
7	1	30.5247	-46	34	57.550	1.03	3.43	9.18	3.08	15.0	16.4
7	1	30.8027	-46	33	43.260	5.64	3.16	-3.60	2.85	17.8	19.2
7	1	32.5633	-46	34	23.150	-8.00	2.31	9.08	2.08	13.0	14.4
7	1	34.4293	-46	33	43.590	-1.74	3.39	6.69	3.01	17.8	20.5
7	1	34.3573	-46	33	30.360	-9.01	3.89	11.49	3.47	17.6	18.9
7	1	35.3773	-46	35	52.200	-1.33	6.32	11.71	5.63	15.7	16.6
7	1	37.7627	-46	34	34.540	-0.03	4.35	2.30	3.93	17.7	19.3
7	1	37.8613	-46	33	37.810	-0.22	4.93	10.74	4.43	15.9	16.7
7	25	42.5413	-0	55	46.850	-18.69	1.94	-5.94	2.23	13.3	13.6
7	25	43.5940	-0	53	58.660	-14.37	1.84	-12.10	2.12	13.5	13.8
7	25	43.6240	-0	56	5.370	-6.23	1.92	0.16	2.22	14.6	14.9
7	25	43.8773	-0	56	23.670	0.22	2.04	-1.86	2.35	15.4	15.9
7	25	44.3847	-0	54	7.730	-4.26	1.67	1.48	1.92	13.9	14.2
7	25	44.7380	-0	56	5.750	-6.96	1.82	-0.30	2.10	15.9	16.7
7	25	47.1513	-0	53	14.140	-3.27	1.67	-4.80	1.92	15.6	16.2
7	25	47.3993	-0	53	53.800	-4.57	1.31	1.99	1.54	15.0	15.2
7	25	47.6887	-0	56	1.460	-30.28	1.61	-46.54	1.87	13.9	13.8
7	25	48.2320	-0	55	57.700	23.24	1.54	-7.56	1.77	13.0	14.3

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	e	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
7	25	50.3167	- 0	54	29.890	-3.01	0.92	-7.25	1.07	14.0	14.7
7	25	50.3747	- 0	54	50.750	8.18	0.95	15.63	1.10	18.3	19.2
7	25	50.7833	- 0	53	34.690	-4.83	1.12	-0.76	1.30	15.3	15.9
7	25	50.8767	- 0	54	35.640	3.04	0.89	-7.28	1.03	18.2	19.0
7	25	51.1140	- 0	52	11.350	-2.80	2.00	-3.76	2.32	14.4	15.7
7	25	51.1433	- 0	54	49.990	-9.82	0.95	-14.39	1.10	16.3	16.8
7	25	51.2953	- 0	53	46.530	-5.77	1.02	-5.22	1.17	15.5	16.2
7	25	51.3160	- 0	54	46.520	13.09	0.92	10.64	1.07	16.9	17.5
7	25	51.6073	- 0	54	35.820	-2.13	0.89	-7.75	1.02	16.9	18.8
7	25	53.4240	- 0	53	50.080	3.10	0.95	-4.07	1.10	14.8	14.9
7	25	53.4413	- 0	54	28.370	-2.55	0.89	-3.49	1.03	15.0	15.2
7	25	54.8040	- 0	53	33.550	-4.03	1.08	0.03	1.25	15.1	15.7
7	25	54.9667	- 0	55	23.060	-2.03	1.38	-1.02	1.59	16.9	17.6
7	25	55.0287	- 0	55	51.660	-0.59	1.67	3.02	1.94	16.8	17.4
7	25	56.1967	- 0	52	12.060	-1.80	1.87	-0.16	2.15	15.1	15.8
7	25	57.5327	- 0	54	15.930	-2.38	1.25	2.89	1.43	12.3	12.4
7	25	59.1833	- 0	52	58.780	-5.65	1.61	3.27	1.84	12.6	13.1
7	26	0.5080	- 0	53	36.630	-0.57	1.61	-0.34	1.87	14.6	15.3
7	26	0.6300	- 0	55	8.560	-6.58	1.97	-5.35	2.25	14.5	15.1
7	26	0.6927	- 0	54	49.250	-6.03	1.84	-4.09	2.12	15.6	16.2
7	38	25.5073	-67	35	25.790	-25.61	2.97	-50.72	3.78	16.6	17.6
7	38	25.5447	-67	36	1.320	-7.35	2.87	-3.26	3.57	17.5	19.3
7	38	27.1547	-67	36	55.720	-241.89	2.87	647.57	3.57	17.9	19.9
7	38	27.1547	-67	36	55.720	1.61	2.92	-0.77	3.62	17.9	19.9
7	38	27.3040	-67	34	15.680	11.82	3.66	24.24	4.63	17.3	21.0
7	38	27.6467	-67	37	19.150	-8.43	3.08	11.58	3.88	18.0	20.5
7	38	28.2533	-67	36	47.770	-78.07	2.76	0.12	3.46	16.7	18.2
7	38	29.2640	-67	36	47.760	9.36	2.71	-6.85	3.36	14.2	15.8
7	38	29.7073	-67	37	5.960	-3.45	2.81	-1.89	3.57	14.0	16.2
7	38	30.5587	-67	37	34.280	13.98	3.08	11.38	3.88	18.0	20.1
7	38	32.4220	-67	35	8.350	-7.57	2.65	-0.33	3.30	16.7	17.8
7	38	33.5647	-67	36	49.150	-25.69	2.39	59.08	3.04	14.8	16.2
7	38	35.6407	-67	36	13.190	-563.15	2.23	-297.87	2.77	17.8	20.8
7	38	34.8420	-67	34	40.890	-14.58	2.87	7.65	3.62	17.9	20.5
7	38	35.4120	-67	37	39.230	-18.33	2.92	7.08	3.67	18.0	20.5
7	38	35.6213	-67	36	45.520	-1.97	2.23	0.36	2.87	16.4	17.4
7	38	36.2107	-67	36	12.390	6.23	2.02	27.65	2.61	17.8	19.5
7	38	36.6940	-67	34	36.950	-19.57	2.87	15.81	3.57	18.0	20.3
7	38	36.9393	-67	34	28.570	-12.54	2.97	11.23	3.72	16.9	18.1
7	38	37.3880	-67	36	34.770	9.83	2.07	44.30	2.61	12.1	12.9
7	38	37.9233	-67	35	17.760	-16.40	2.23	4.59	2.82	16.0	17.1
7	38	39.3953	-67	37	28.930	0.24	2.60	24.69	3.25	17.6	19.1
7	38	39.5060	-67	36	57.020	-12.36	2.18	5.40	2.72	17.4	18.2
7	38	39.7673	-67	34	36.030	-9.24	2.71	4.02	3.40	15.5	16.7
7	38	40.2427	-67	35	37.020	-23.06	1.91	16.59	2.39	18.0	20.8
7	38	40.2987	-67	36	11.580	-18.02	1.81	13.45	2.29	18.0	19.8
7	38	40.6260	-67	35	43.080	-7.93	1.91	-0.56	2.34	17.9	18.8
7	38	40.6847	-67	34	58.540	0.68	2.16	13.28	2.70	25.1	20.6
7	38	40.9227	-67	37	7.220	-20.07	2.23	12.50	2.77	17.8	20.7
7	38	41.7913	-67	35	26.280	-2.71	1.91	14.28	2.39	18.0	19.3
7	38	42.6153	-67	36	24.560	-6.99	1.75	1.94	2.18	17.7	18.6
7	38	44.2340	-67	35	38.570	-13.60	1.70	6.37	2.18	16.1	17.3
7	38	45.0380	-67	36	54.570	-11.56	1.91	0.24	2.45	17.6	18.8
7	38	45.8240	-67	37	6.770	-7.51	2.07	0.77	2.56	15.3	16.7

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
7	38	45.8713	-67	36	25.720	-1.08	1.59	21.25	2.08	17.9	19.4
7	38	46.1853	-67	36	4.250	-19.64	1.54	0.35	1.97	16.8	17.6
7	38	46.3233	-67	36	37.500	-47.64	1.70	-0.09	2.13	17.8	20.5
7	38	46.3007	-67	34	47.870	34.98	2.23	-31.21	2.87	16.7	17.5
7	38	46.4707	-67	34	33.030	-10.05	2.55	9.68	3.19	17.3	18.0
7	38	49.8487	-67	36	54.590	-18.15	1.86	-1.29	2.29	17.8	19.3
7	38	49.9953	-67	36	6.580	-24.77	1.31	-6.64	1.64	16.3	20.4
7	38	50.1107	-67	37	32.860	-13.76	2.44	1.82	3.04	17.1	18.3
7	38	51.3253	-67	36	59.800	-13.41	1.91	3.26	2.39	17.1	18.4
7	38	51.4147	-67	36	16.310	-11.20	1.37	56.32	1.72	16.8	20.1
7	38	51.5480	-67	34	42.850	-85.21	2.28	-37.16	2.87	15.8	17.3
7	38	52.4447	-67	37	34.390	4.13	2.50	7.25	3.09	17.9	20.1
7	38	52.5320	-67	34	27.660	-18.84	2.36	5.74	2.95	17.1	20.7
7	38	53.9187	-67	35	11.730	-11.48	1.86	2.50	2.29	13.6	15.2
7	38	54.1000	-67	35	42.630	-0.75	1.54	19.12	1.91	17.7	19.2
7	38	54.5200	-67	37	9.740	-8.14	2.07	11.85	2.56	18.0	20.0
7	38	56.5913	-67	34	31.250	-6.61	2.50	7.85	3.14	17.9	19.2
7	38	58.3640	-67	36	20.850	-7.47	1.59	20.86	2.03	17.9	20.2
7	38	58.3820	-67	34	42.670	-2.06	2.34	6.96	2.93	16.9	17.9
7	38	59.4640	-67	34	36.900	-13.99	2.44	-4.08	3.09	17.4	18.4
7	39	0.2147	-67	34	14.930	-12.40	2.87	7.56	3.57	17.4	18.3
7	39	1.0527	-67	36	50.890	-2.58	1.97	13.48	2.45	17.9	19.8
7	39	1.3940	-67	37	15.990	-7.11	2.34	17.46	2.93	17.9	19.5
7	39	1.7387	-67	35	6.830	-9.03	2.07	16.35	2.61	14.8	16.6
7	39	1.7653	-67	35	38.920	-16.69	1.75	-28.55	2.24	18.0	20.3
7	39	5.2340	-67	36	32.740	-7.61	1.97	14.27	2.56	18.0	20.2
7	39	6.4147	-67	37	37.120	-315.84	2.38	441.74	3.04	15.3	20.7
7	39	5.7033	-67	34	40.760	2.41	2.60	-8.87	3.25	14.6	16.2
7	39	6.6027	-67	34	18.130	-10.20	2.97	-1.58	3.73	18.0	19.6
7	39	6.5927	-67	37	12.130	-15.72	2.50	16.33	3.14	17.8	20.1
7	39	7.9447	-67	35	59.430	6.23	2.07	-3.12	2.56	15.0	16.4
7	39	8.1807	-67	34	33.780	9.45	2.81	16.67	3.52	17.9	20.7
7	39	8.1227	-67	36	44.580	180.20	2.11	35.88	2.66	16.4	21.2
7	39	9.9487	-67	35	55.220	-5.81	2.18	5.43	2.72	17.9	20.3
7	39	10.6007	-67	36	6.340	-3.03	2.23	5.80	2.77	13.6	15.3
7	39	10.8453	-67	37	30.970	-13.60	3.03	9.33	3.78	14.6	16.3
7	39	11.9753	-67	37	12.070	-9.96	2.81	5.01	3.57	18.0	20.3
7	39	12.2213	-67	34	56.640	-0.21	2.71	32.25	3.41	12.0	13.3
7	39	13.3647	-67	36	45.780	-39.46	2.60	-33.63	3.25	15.0	16.4
7	39	13.9040	-67	37	25.100	-10.06	3.13	4.05	3.88	17.1	19.0
7	39	14.4027	-67	36	40.620	-118.36	2.65	-36.05	3.36	14.6	16.3
7	39	15.6220	-67	34	23.730	-4.51	3.35	-4.66	4.15	15.2	16.5
7	39	16.4953	-67	35	57.560	-2.85	2.65	1.40	3.36	17.5	18.6
7	39	21.8707	-67	35	30.860	2.26	3.13	-5.92	3.94	15.6	17.4
7	39	22.2473	-67	37	38.250	-19.90	3.82	20.00	4.79	15.7	17.2
7	39	22.5993	-67	37	11.640	1.17	3.56	16.82	4.47	18.0	19.5
7	39	22.9287	-67	35	1.670	-4.81	3.14	31.13	3.94	16.1	20.7
7	56	58.7080	+ 9	55	18.110	-1.75	2.08	-3.13	1.87	17.9	18.6
7	56	59.0727	+ 9	59	15.560	2.19	1.96	-0.70	1.78	19.3	19.5
7	56	59.1227	+ 9	57	55.420	-1.39	1.63	1.06	1.45	16.4	17.0
7	57	0.1747	+ 9	58	44.200	-5.94	1.69	0.68	1.51	18.9	19.6
7	57	0.2500	+ 9	55	43.680	-6.39	1.78	-8.57	1.60	16.0	16.1
7	57	0.6147	+ 9	59	34.710	-4.52	1.96	-1.99	1.78	19.3	19.1
7	57	1.2553	+ 9	56	7.760	-0.28	1.54	-1.38	1.39	18.7	18.9

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag	mag
h	m	s	°	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	A2.0	A2.0
										R	B
7	57	2.9173	+ 9	57	37.360	-7.58	1.19	-6.94	1.07	19.1	19.3
7	57	3.3620	+ 9	59	24.790	0.24	1.72	-0.33	1.54	18.2	18.3
7	57	4.5647	+ 9	58	5.970	-1.95	1.13	-13.50	1.04	16.2	16.5
7	57	4.8347	+ 9	58	17.240	-4.90	1.19	-4.38	1.07	18.4	18.6
7	57	4.8833	+ 9	55	0.260	-1.96	1.78	-0.81	1.60	17.0	17.4
7	57	4.8513	+ 9	54	28.720	-1.80	2.05	2.70	1.84	17.7	17.6
7	57	5.5240	+ 9	55	51.110	-43.28	1.33	14.86	1.22	14.4	14.5
7	57	5.8927	+ 9	58	50.360	-1.16	1.33	-5.11	1.22	15.7	16.1
7	57	6.5273	+ 9	58	41.240	-9.35	1.25	-8.26	1.13	19.1	19.0
7	57	6.9067	+ 9	57	24.760	-0.03	0.92	-5.24	0.83	15.6	15.8
7	57	7.1360	+ 9	58	7.390	-6.37	1.04	-5.12	0.92	17.1	18.4
7	57	8.0967	+ 9	55	41.300	-19.01	1.36	-26.11	1.22	17.8	17.5
7	57	8.0900	+ 9	56	35.130	-5.21	1.01	0.46	0.89	18.3	18.3
7	57	8.3053	+ 9	56	15.670	-1.80	1.10	0.60	1.01	18.4	18.3
7	57	8.3693	+ 9	55	43.990	10.82	1.33	8.81	1.19	16.0	15.7
7	57	9.1140	+ 9	57	2.190	-5.43	0.92	6.55	0.83	16.9	17.5
7	57	9.5527	+ 9	56	48.980	-0.68	0.95	-12.99	0.86	14.6	15.1
7	57	10.4307	+ 9	58	52.880	-17.17	1.36	5.24	1.22	16.7	17.4
7	57	11.1200	+ 9	59	1.290	-6.64	1.45	-0.05	1.31	15.1	15.8
7	57	11.5867	+ 9	54	42.000	0.09	1.90	-1.58	1.72	15.4	15.7
7	57	12.6887	+ 9	59	33.120	2.11	1.78	1.59	1.60	18.4	19.1
7	57	13.1960	+ 9	58	19.290	-1.77	1.31	1.03	1.19	15.5	16.1
7	57	13.2573	+ 9	57	25.240	3.03	1.13	-4.79	1.04	18.6	19.4
7	57	13.6427	+ 9	55	53.860	-3.86	1.45	1.13	1.31	14.5	14.5
7	57	13.7427	+ 9	56	34.010	-4.71	1.25	-4.13	1.13	18.4	20.0
7	57	15.6393	+ 9	57	40.480	-3.43	1.39	-16.75	1.25	17.6	18.2
7	57	16.1533	+ 9	55	48.870	-8.81	1.69	-10.13	1.51	13.1	13.1
7	57	16.6580	+ 9	58	2.720	-22.85	1.57	1.81	1.39	16.4	16.7
7	57	16.6467	+ 9	56	34.830	-3.46	1.54	-1.18	1.39	18.3	18.3
7	57	16.8700	+ 9	57	53.760	-13.50	1.57	-1.98	1.39	16.6	16.8
7	57	16.9947	+ 9	56	9.270	-3.16	1.66	-2.59	1.51	18.9	18.8
7	57	17.1307	+ 9	58	4.150	1.31	1.63	-4.77	1.45	17.6	18.3
7	57	17.7753	+ 9	57	16.190	-1.21	1.60	-3.61	1.45	18.1	19.9
7	57	18.7833	+ 9	57	11.970	11.62	1.75	-7.13	1.57	13.1	13.5
7	57	18.9027	+ 9	58	14.170	-0.82	1.87	-3.26	1.69	18.6	18.9
8	20	48.9080	-13	0	6.540	-7.25	0.96	1.65	1.14	15.1	14.8
8	20	49.1647	-13	0	30.960	-7.17	0.96	-0.34	1.15	16.6	16.6
8	20	49.3180	-13	1	28.490	-11.37	1.06	-2.62	1.25	18.0	18.5
8	20	49.7587	-13	0	48.810	-8.07	0.96	-0.82	1.12	17.2	18.1
8	20	50.0040	-13	0	2.240	-6.77	0.88	-6.34	1.06	17.1	17.0
8	20	50.4387	-12	59	13.670	-10.75	0.85	-3.58	1.03	17.7	18.0
8	20	50.9207	-12	57	49.820	-5.90	0.98	1.31	1.15	17.4	17.8
8	20	50.9120	-12	57	3.260	-11.02	1.12	-6.57	1.31	17.2	19.1
8	20	51.5887	-12	59	38.050	-9.73	0.79	-6.52	0.93	16.7	18.1
8	20	51.6893	-13	1	21.150	-9.23	0.93	-4.06	1.10	18.2	19.5
8	20	51.6673	-13	0	13.940	-12.32	0.79	-1.10	0.95	16.9	17.3
8	20	51.8893	-12	59	53.660	-12.16	0.76	0.62	0.92	16.7	17.9
8	20	52.0593	-12	58	29.980	-4.78	0.82	-0.55	0.96	16.7	17.0
8	20	52.1980	-12	59	19.610	-19.06	0.76	-1.93	0.88	12.4	12.5
8	20	52.3093	-13	0	2.360	-8.29	0.76	-5.40	0.88	16.0	16.2
8	20	52.5033	-13	0	45.160	-7.83	0.82	1.72	0.96	15.7	15.9
8	20	53.3613	-13	0	1.030	-5.91	0.69	1.54	0.82	16.5	16.9
8	20	53.4633	-12	57	35.760	-11.08	0.88	0.55	1.03	16.1	16.1
8	20	53.5960	-13	1	9.100	-15.78	0.82	4.43	0.98	14.1	15.3

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
8	20	54.1927	-13	1	31.650	-6.41	0.88	-4.74	1.04	17.1	17.2
8	20	54.9600	-12	58	32.850	-8.70	0.65	3.93	0.77	17.1	16.9
8	20	55.3647	-13	0	38.580	-6.60	0.69	-5.71	0.80	16.1	16.1
8	20	55.4353	-13	1	0.420	-12.83	0.76	-0.15	0.88	16.6	17.0
8	20	55.6873	-12	57	14.180	-6.91	0.85	4.23	0.99	13.8	14.1
8	20	55.8240	-12	56	44.850	-5.16	0.96	-4.59	1.12	17.9	18.5
8	20	56.3713	-13	1	2.390	-12.59	0.73	5.18	0.87	17.4	19.3
8	20	56.7680	-13	0	21.880	-9.92	0.60	-2.54	0.73	17.2	17.6
8	20	56.9280	-13	1	31.070	-6.32	0.82	-1.06	0.99	18.3	18.7
8	20	57.0340	-12	56	51.300	-13.34	0.88	-6.31	1.06	17.4	19.3
8	20	57.4933	-12	58	5.450	-26.73	0.62	13.77	0.73	16.4	16.8
8	20	57.6540	-12	57	17.230	-7.75	0.76	-2.08	0.92	16.4	17.0
8	20	57.5900	-12	58	6.810	18.30	0.60	-17.59	0.71	16.5	17.2
8	20	57.9047	-12	59	54.060	-6.00	0.52	2.02	0.63	14.7	15.1
8	20	57.9740	-12	58	44.020	-8.93	0.52	-2.38	0.62	16.9	17.2
8	20	58.2147	-12	56	58.020	-7.45	0.84	4.41	0.99	16.7	17.5
8	20	58.5533	-12	59	53.820	-8.51	0.52	3.06	0.62	18.2	18.5
8	20	59.0487	-12	56	26.160	-17.96	0.95	3.84	1.12	16.0	16.6
8	20	59.0860	-12	57	36.450	-7.85	0.66	-6.82	0.79	14.5	15.0
8	20	59.2280	-12	59	19.980	-11.68	0.49	-1.89	0.57	15.0	15.5
8	20	59.3880	-12	58	13.910	-15.03	0.55	4.02	0.66	13.9	14.5
8	20	59.7547	-12	56	29.790	-14.76	0.92	-5.34	1.09	14.9	15.1
8	20	59.8740	-12	58	24.450	-3.05	0.52	8.41	0.63	13.2	13.0
8	20	59.9960	-12	57	8.320	-8.92	0.76	5.13	0.90	16.5	18.0
8	21	0.2393	-12	57	21.090	-5.97	0.73	9.13	0.85	18.5	19.5
8	21	0.3707	-12	59	32.990	-10.42	0.49	-2.06	0.58	17.8	18.0
8	21	1.8433	-12	57	5.610	-9.67	0.76	-2.04	0.92	15.2	15.4
8	21	2.0373	-12	57	45.360	-10.70	0.63	-2.78	0.76	17.8	18.4
8	21	2.1933	-13	0	37.580	-8.84	0.69	-1.44	0.82	16.5	17.2
8	21	2.2687	-12	59	38.000	-9.63	0.54	0.01	0.65	16.0	16.5
8	21	2.6420	-12	57	24.820	-8.01	0.71	-1.64	0.84	16.7	17.2
8	21	2.7920	-13	1	7.230	-12.03	0.82	0.66	0.96	16.3	17.1
8	21	3.0280	-13	0	8.000	-15.94	0.63	-6.65	0.74	15.8	16.3
8	21	3.1607	-12	57	49.110	-13.72	0.65	-7.20	0.76	18.0	17.9
8	21	3.1140	-12	58	39.180	-12.04	0.55	1.33	0.65	15.4	15.3
8	21	3.2673	-12	59	57.070	-10.20	0.62	-6.99	0.73	18.2	18.5
8	21	3.4813	-12	56	46.540	-10.40	0.85	0.26	1.01	14.6	14.4
8	21	3.4500	-13	0	17.730	-0.49	0.68	-0.08	0.80	16.1	17.3
8	21	3.4440	-13	0	46.380	-11.27	0.76	-4.31	0.90	18.0	18.4
8	21	3.6293	-12	57	47.070	-4.03	0.66	0.18	0.79	15.5	15.4
8	21	3.9867	-13	1	12.990	-11.09	0.88	1.34	1.04	17.4	17.8
8	21	4.0933	-12	59	48.010	-11.43	0.63	-0.86	0.74	17.2	18.1
8	21	4.8660	-12	57	9.230	-9.00	0.82	-1.68	0.96	17.1	17.0
8	21	4.9860	-13	0	56.680	-5.03	0.87	-1.81	1.03	18.2	19.2
8	21	5.2047	-13	1	19.640	-5.89	0.96	6.23	1.12	14.0	14.2
8	21	5.2827	-13	0	33.580	-6.36	0.82	-3.60	0.96	18.7	18.8
8	21	5.5400	-13	1	6.970	-6.49	0.93	-1.44	1.09	18.1	19.1
8	21	6.1600	-12	57	28.520	-173.34	0.76	-63.08	0.92	16.9	17.7
8	21	5.9247	-12	59	39.930	-12.94	0.73	7.82	0.84	16.7	17.9
8	21	6.1607	-13	1	34.660	-13.29	1.06	2.69	1.25	16.5	16.8
8	21	6.3660	-12	56	51.700	-5.00	0.92	0.53	1.07	12.3	14.0
8	21	6.9800	-12	58	4.880	-8.84	0.76	-2.49	0.90	15.2	15.6
8	21	7.0227	-13	0	47.130	-11.66	0.95	-8.80	1.12	17.5	18.4
8	21	7.0607	-13	1	8.290	-5.11	1.01	-5.25	1.18	18.3	18.8

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
8	21	7.3880	-13	0	18.970	-11.29	0.88	1.39	1.04	17.0	17.2
8	21	7.5047	-12	56	47.820	-9.89	0.96	1.80	1.14	15.5	15.9
8	21	7.6540	-12	56	34.200	-8.59	1.01	3.47	1.18	18.0	18.7
8	21	7.9767	-13	0	55.510	-13.61	1.03	-0.97	1.21	14.9	15.2
8	21	8.5567	-12	59	51.170	-9.00	0.90	-14.12	1.06	17.8	18.1
8	21	8.9440	-13	0	22.370	-108.42	0.96	62.69	1.14	14.1	15.4
8	21	8.7107	-12	56	38.320	-6.90	1.04	-5.04	1.23	18.2	19.0
8	21	9.6227	-12	59	22.810	-12.94	0.92	-12.23	1.09	14.9	15.4
8	21	9.6573	-12	59	55.880	-9.20	0.98	-4.68	1.15	16.3	16.8
8	21	9.8660	-12	57	10.410	-11.71	1.01	-0.50	1.20	18.2	18.6
8	21	9.8527	-12	58	18.750	-5.70	0.92	0.49	1.09	18.2	18.5
8	21	10.0107	-12	56	52.830	-7.73	1.06	-1.98	1.25	18.2	19.3
8	31	45.0153	+ 4	32	8.280	-5.76	7.70	0.91	27.92	16.9	17.2
8	31	48.6253	+ 4	30	0.350	-3.32	5.02	-12.60	18.21	16.8	18.0
8	31	48.7427	+ 4	29	58.450	24.14	5.08	-38.73	18.40	16.8	17.8
8	31	49.1700	+ 4	31	15.130	59.66	4.16	-104.77	15.09	17.3	17.9
8	31	49.7740	+ 4	30	26.050	22.58	3.70	-44.32	13.44	17.5	17.9
8	31	54.4560	+ 4	30	43.730	0.70	5.05	-20.73	18.34	13.3	13.7
8	31	55.9620	+ 4	30	33.500	-9.74	5.92	13.63	21.48	17.1	17.1
8	36	27.8527	-20	18	3.830	-3.60	3.31	4.42	4.63	16.8	17.1
8	36	27.9000	-20	16	21.320	-1.16	2.54	-10.19	3.64	17.6	20.3
8	36	28.1000	-20	17	42.060	-1.18	2.98	4.80	4.19	17.7	18.6
8	36	28.2733	-20	15	11.960	-4.82	3.09	1.08	4.30	16.7	17.2
8	36	28.4140	-20	15	2.620	-5.59	3.20	0.30	4.41	17.1	17.4
8	36	28.4453	-20	16	40.200	-14.90	2.54	4.94	3.53	13.6	14.4
8	36	28.4293	-20	17	28.670	-12.95	2.87	-29.36	3.97	17.7	19.5
8	36	28.5753	-20	16	26.110	-16.53	2.43	7.89	3.42	13.8	14.1
8	36	29.0833	-20	16	36.590	-27.38	2.43	-362.91	3.42	16.7	16.8
8	36	29.7227	-20	16	48.800	-4.83	2.32	-0.91	3.31	17.7	18.5
8	36	29.7627	-20	17	59.900	-10.09	2.98	-2.60	4.30	16.6	16.5
8	36	30.2480	-20	16	30.210	-4.05	2.21	-8.56	3.09	16.3	16.4
8	36	32.0120	-20	16	57.070	-13.11	1.99	5.33	2.87	15.8	15.8
8	36	32.3247	-20	16	29.010	-8.03	1.87	-8.57	2.65	17.7	19.5
8	36	32.3773	-20	16	38.850	5.38	1.87	1.19	2.65	17.6	18.1
8	36	33.0007	-20	15	18.550	-15.27	2.43	4.91	3.31	15.8	16.0
8	36	33.0907	-20	14	57.500	-19.16	2.65	-0.48	3.75	17.6	19.6
8	36	33.0840	-20	17	3.540	-4.38	1.99	-6.14	2.76	17.6	18.8
8	36	33.1707	-20	15	38.990	-4.52	2.10	2.57	2.98	17.6	19.0
8	36	33.6767	-20	17	10.890	-28.94	1.99	10.40	2.76	17.4	19.0
8	36	34.1687	-20	16	18.020	1.18	1.65	-3.81	2.32	16.3	20.2
8	36	35.1867	-20	17	23.240	-0.39	1.99	-3.10	2.76	17.5	17.7
8	36	35.3120	-20	15	49.120	-11.38	1.76	8.88	2.43	15.8	15.7
8	36	35.6187	-20	15	10.310	-1.39	2.32	0.69	3.20	17.7	19.1
8	36	35.6793	-20	17	58.390	1.62	2.54	-25.31	3.53	17.4	20.6
8	36	35.8560	-20	14	55.760	-4.20	2.54	3.17	3.53	16.9	17.0
8	36	36.0580	-20	16	37.640	-115.03	1.43	62.86	2.10	17.1	16.8
8	36	36.0287	-20	17	4.910	-7.65	1.65	-3.25	2.32	17.7	19.9
8	36	36.1460	-20	16	38.310	21.99	0.47	-24.32	0.69	16.7	17.4
8	36	36.2580	-20	17	50.090	2.79	2.32	-4.02	3.31	17.6	20.7
8	36	36.2493	-20	16	18.900	-7.64	1.43	2.27	2.10	17.7	18.7
8	36	36.5093	-20	15	2.010	-0.67	2.32	-16.24	3.31	17.7	18.8
8	36	36.5627	-20	16	53.220	-11.09	1.54	0.95	2.10	17.7	19.2
8	36	37.3067	-20	15	13.120	-0.45	2.10	15.73	2.98	12.7	12.6
8	36	37.6007	-20	18	3.060	-10.39	2.54	1.90	3.53	17.7	18.4

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
8	36	37.8313	-20	16	50.930	2.41	1.43	-3.26	1.99	17.7	19.7
8	36	37.9793	-20	16	10.910	-9.74	1.43	-2.57	1.99	17.7	18.3
8	36	38.2573	-20	15	51.690	-11.38	1.54	19.33	2.21	17.0	17.1
8	36	38.3087	-20	15	57.770	-9.51	1.43	-34.16	2.10	17.2	17.0
8	36	38.7307	-20	15	35.450	-9.51	1.76	1.62	2.43	16.1	16.7
8	36	38.8700	-20	16	5.300	-7.56	1.43	-2.65	1.99	17.7	18.8
8	36	39.2640	-20	17	30.710	-3.22	1.87	10.86	2.65	16.4	20.2
8	36	39.4047	-20	14	55.090	5.08	2.43	-0.50	3.42	17.7	20.1
8	36	39.4720	-20	15	2.470	-24.70	2.32	11.28	3.20	16.9	20.3
8	36	39.6107	-20	16	39.850	-12.96	1.32	-12.09	1.87	17.7	19.6
8	36	40.2773	-20	15	52.550	-10.05	1.54	-0.32	2.10	17.7	18.6
8	36	40.3667	-20	15	23.680	-5.30	1.87	-3.91	2.65	17.7	19.2
8	36	40.4573	-20	16	31.840	-4.37	1.32	-6.55	1.87	17.1	17.5
8	36	40.9800	-20	17	51.420	-9.22	2.32	-0.60	3.20	17.7	19.8
8	36	41.3373	-20	17	49.290	-3.22	2.32	11.64	3.20	16.9	20.6
8	36	41.4227	-20	15	6.550	2.04	2.21	-0.19	3.09	17.6	18.3
8	36	41.6107	-20	15	59.850	-3.44	1.43	-0.48	2.10	17.5	16.6
8	36	41.8473	-20	15	10.040	4.38	2.21	5.35	3.09	17.6	18.6
8	36	42.0527	-20	17	28.590	-5.08	1.99	5.24	2.76	17.5	18.6
8	36	42.0600	-20	15	17.770	-4.36	2.10	7.39	2.87	17.7	18.3
8	36	42.4073	-20	17	0.540	-78.07	1.54	37.28	2.21	17.4	15.9
8	36	42.5220	-20	17	12.370	-2.67	1.76	-3.73	2.43	16.9	19.7
8	36	42.5827	-20	17	52.310	-27.63	2.43	7.74	3.31	17.5	19.8
8	36	42.7373	-20	15	26.370	5.70	1.99	10.11	2.76	16.9	20.3
8	36	42.7180	-20	17	55.890	8.08	2.43	-58.00	3.42	17.5	19.2
8	36	42.6347	-20	17	2.050	30.84	0.54	-17.89	0.76	16.2	18.2
8	36	42.9467	-20	17	39.110	-0.40	2.21	-7.78	3.09	16.9	19.3
8	36	43.7527	-20	15	50.020	12.33	1.76	-9.69	2.43	16.8	20.5
8	36	43.9900	-20	16	56.200	-5.62	1.65	8.98	2.43	17.7	18.6
8	36	44.2707	-20	15	42.740	2.19	1.87	0.30	2.65	17.6	19.8
8	36	44.3460	-20	15	20.560	-16.22	2.10	-8.29	2.98	17.5	20.2
8	36	45.9247	-20	18	10.060	-18.35	2.98	6.73	4.08	17.5	16.8
8	36	46.1600	-20	15	1.650	-6.14	2.65	4.48	3.64	16.4	14.4
8	36	46.5073	-20	17	13.090	10.04	2.10	-18.17	2.98	17.2	20.5
8	36	46.8913	-20	15	48.320	-0.55	2.10	7.00	2.87	17.5	16.4
8	36	47.3753	-20	17	24.100	-4.47	2.43	7.56	3.31	17.5	20.0
8	36	47.4173	-20	16	48.610	-9.14	2.10	22.22	2.87	16.0	19.9
8	36	47.5833	-20	17	46.240	-7.36	2.65	18.50	3.75	16.9	19.6
8	36	47.7053	-20	15	10.420	-17.85	2.65	11.27	3.64	16.4	14.5
8	36	48.2033	-20	17	47.130	-10.95	2.76	10.30	3.86	17.2	15.9
8	36	48.1887	-20	16	1.710	-19.81	2.21	3.95	3.09	16.9	15.6
8	36	48.3020	-20	17	16.430	-3.77	2.43	14.27	3.42	17.7	18.6
8	36	48.4233	-20	16	37.010	-2.67	2.21	3.11	2.98	17.7	17.6
8	36	48.8533	-20	17	37.100	-6.19	2.76	-25.26	3.86	17.3	16.6
8	36	48.8587	-20	17	33.540	-3.30	2.65	154.34	3.75	17.7	17.2
8	36	49.4760	-20	17	4.580	3.87	2.43	5.15	3.42	16.6	19.9
8	36	49.9687	-20	18	0.620	-355.86	3.20	13.97	4.41	17.1	15.1
8	36	49.7847	-20	15	25.490	-30.50	2.65	-26.16	3.75	15.9	20.6
8	36	49.9580	-20	15	44.250	-13.57	2.54	2.46	3.53	17.6	17.8
8	36	49.9467	-20	16	3.280	-1.03	2.43	4.97	3.42	17.7	17.7
8	36	49.9627	-20	17	11.750	0.53	2.65	-8.51	3.64	17.7	18.8
8	36	51.2173	-20	17	52.980	-387.29	3.20	-115.41	4.52	16.2	14.5
8	36	50.9060	-20	14	54.090	0.17	3.20	-9.09	4.52	16.5	19.6
8	36	50.8887	-20	17	6.460	-7.82	2.65	6.78	3.75	16.4	15.2

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
8	36	51.0547	-20	15	47.220	-8.43	2.65	-18.83	3.75	17.7	18.3
9	21	22.0640	-26	20	57.910	-17.62	2.96	14.37	3.98	13.2	13.6
9	21	23.3127	-26	18	53.960	-6.66	2.14	0.35	2.92	17.8	18.3
9	21	23.3453	-26	20	34.900	-4.55	2.59	-7.38	3.49	15.9	17.2
9	21	24.9480	-26	16	27.090	-8.19	2.90	1.24	3.88	15.9	16.5
9	21	25.0027	-26	17	44.220	-3.51	2.19	1.36	2.97	16.8	17.7
9	21	24.9707	-26	17	17.030	-6.42	2.40	-1.46	3.22	14.4	15.1
9	21	25.1007	-26	19	25.070	-9.13	1.94	4.12	2.59	16.9	17.5
9	21	28.6327	-26	18	39.990	-3.54	1.48	6.68	2.02	17.7	19.2
9	21	29.2280	-26	17	49.900	-14.08	1.74	-5.65	2.35	17.1	17.7
9	21	30.3033	-26	20	4.120	-9.72	1.48	-0.12	2.01	15.7	16.0
9	21	32.1647	-26	20	32.240	-17.29	1.60	6.42	2.14	15.8	16.2
9	21	32.3240	-26	18	56.120	-1.88	1.16	-6.68	1.56	17.7	18.2
9	21	32.6740	-26	21	8.170	-3.12	1.97	-6.16	2.67	17.5	17.8
9	21	33.9013	-26	20	53.810	-7.63	1.77	-0.69	2.42	17.1	17.8
9	21	34.1840	-26	16	41.960	-38.88	2.48	39.18	3.34	11.1	12.3
9	21	34.5033	-26	20	11.420	-3.86	1.36	7.20	1.81	16.6	16.8
9	21	34.5800	-26	18	1.560	-9.92	1.53	-0.24	2.10	17.1	17.8
9	21	35.3693	-26	21	21.460	-6.38	2.06	-1.84	2.80	16.9	17.4
9	21	35.8933	-26	19	48.130	-9.41	1.24	-6.07	1.69	16.4	16.7
9	21	35.9540	-26	17	59.040	-4.25	1.65	-4.01	2.22	16.8	17.1
9	21	36.4020	-26	20	54.500	-11.09	1.77	-2.66	2.42	16.6	17.2
9	21	36.7007	-26	19	45.680	-4.60	1.28	3.58	1.73	16.8	17.5
9	21	36.7813	-26	18	8.080	-5.99	1.61	-3.89	2.18	17.2	17.6
9	21	36.9040	-26	18	28.350	-2.50	1.48	-12.84	1.97	16.6	16.7
9	21	39.0480	-26	18	18.480	-7.73	1.73	-5.97	2.34	15.0	15.2
9	21	39.2880	-26	21	30.760	0.51	2.32	-4.19	3.13	14.5	14.7
9	21	39.3067	-26	20	27.630	-5.88	1.74	-3.28	2.31	15.3	16.2
9	21	40.1693	-26	20	35.560	-326.52	1.82	-0.72	2.47	15.9	15.8
9	21	41.0107	-26	18	58.550	-13.58	1.77	-3.69	2.34	15.7	16.3
9	21	41.3200	-26	18	52.390	2.00	1.85	13.76	2.51	17.2	17.7
9	21	42.2293	-26	18	12.760	-12.96	2.18	2.02	2.96	16.1	16.5
9	21	42.8953	-26	19	14.540	-5.94	2.02	-2.77	2.71	17.4	17.9
9	21	43.1533	-26	20	38.870	-11.57	2.19	9.10	2.97	17.3	18.1
9	21	43.3280	-26	17	22.590	-14.30	2.76	13.86	3.74	16.4	17.5
9	22	35.0273	-40	0	43.640	-13.46	9.20	2.78	9.12	12.7	13.4
9	22	36.6080	-40	1	31.750	408.01	8.88	445.82	8.88	16.7	16.6
9	22	37.2740	-39	59	37.170	0.29	7.25	0.84	7.25	13.3	14.1
9	22	39.3673	-39	59	37.420	34.05	5.95	28.06	5.95	13.3	12.4
9	22	41.0080	-39	58	30.860	85.92	6.76	97.77	6.68	13.2	14.0
9	22	42.8433	-40	0	23.570	6.38	4.64	18.30	4.64	12.7	13.7
9	22	43.3640	-39	57	44.750	7.77	8.06	-13.60	7.98	14.4	14.3
9	22	44.2707	-39	57	24.710	-5.50	8.96	16.22	8.88	13.4	13.8
9	22	44.9047	-39	59	33.360	-13.48	3.91	12.92	3.91	16.1	16.6
9	22	45.5880	-40	0	53.860	-2.34	5.21	2.57	5.21	15.8	16.1
9	22	47.5087	-39	59	44.550	-13.82	4.07	8.52	4.07	17.2	17.8
9	22	48.4073	-39	58	31.350	-7.04	6.11	-9.83	6.11	15.7	16.0
9	22	49.7593	-40	1	52.130	1.31	8.39	1.69	8.39	14.4	14.8
9	22	51.5460	-39	58	53.430	7.93	6.60	-1.21	6.60	15.6	16.3
9	22	53.0893	-40	0	38.660	-17.76	7.33	15.46	7.33	13.7	13.8
9	22	58.8153	-40	0	11.250	32.20	10.67	35.61	10.67	13.0	13.0
9	54	51.2600	+17	42	22.520	4.98	8.02	-10.93	14.30	16.8	16.7
9	54	53.3127	+17	41	51.150	-4.63	7.06	-3.27	12.60	15.7	16.4
9	54	53.2720	+17	45	32.700	-3.40	9.63	-13.04	17.17	15.5	15.6

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
9	55	0.4647	+17	41	48.330	-1.40	9.37	-15.47	16.72	16.6	18.0
9	55	2.4007	+17	40	47.820	-24.96	12.56	-35.00	22.36	13.6	14.6
10	34	51.2100	-20	11	51.620	-11.75	6.10	-6.06	7.03	17.4	18.1
10	34	51.2553	-20	10	44.610	-3.36	6.00	-13.23	6.93	16.4	16.7
10	34	51.7787	-20	12	10.620	-13.75	6.83	25.83	7.76	17.5	17.4
10	34	52.4873	-20	12	41.370	1.02	8.48	3.88	9.83	17.8	19.1
10	34	52.6473	-20	10	38.390	-33.48	6.10	6.58	7.03	17.5	18.2
10	34	53.0807	-20	10	4.470	-9.75	8.28	-4.69	9.52	17.5	17.8
10	34	54.4093	-20	10	4.330	-37.69	8.38	22.45	9.62	15.6	15.4
10	34	54.8833	-20	12	2.320	-23.08	4.97	-14.13	5.79	13.3	13.2
10	34	56.5600	-20	10	58.210	-11.53	4.76	8.84	5.48	15.8	15.7
10	34	57.6347	-20	11	20.740	-12.12	3.83	-6.97	4.45	17.7	18.1
10	34	59.2513	-20	11	28.810	2.22	3.83	-24.53	4.35	16.7	16.8
10	34	59.6400	-20	12	10.950	6.79	4.55	-19.63	5.17	16.6	16.3
10	35	1.8140	-20	11	57.560	-3.65	4.35	-22.85	4.97	17.8	18.6
10	35	6.4847	-20	12	26.570	-13.72	6.52	-4.21	7.45	15.4	15.4
10	35	10.3133	-20	12	7.270	-9.72	8.07	-1.45	9.31	13.1	14.1
10	50	52.7473	-31	39	44.470	-3.44	4.21	-3.30	2.99	15.3	16.3
10	50	53.3740	-31	37	30.380	-105.27	3.17	12.98	2.26	13.1	15.2
10	50	53.3360	-31	38	26.770	-11.80	3.35	-6.63	2.35	17.7	19.3
10	50	53.6020	-31	37	37.330	-1.19	3.08	-21.91	2.26	16.6	17.5
10	50	53.9873	-31	36	28.850	-10.49	3.35	3.84	2.44	17.2	18.3
10	50	54.4073	-31	39	44.220	-4.80	3.89	-0.85	2.81	14.0	15.6
10	50	54.6227	-31	38	20.480	-22.28	3.03	-8.73	2.17	13.4	15.2
10	50	54.7040	-31	36	50.990	-7.32	3.08	-9.00	2.17	17.1	18.5
10	50	54.7220	-31	37	4.840	-10.80	2.99	-1.06	2.17	16.9	17.9
10	50	55.5793	-31	36	12.190	-3.00	3.31	-0.19	2.35	17.3	18.2
10	50	56.0620	-31	40	38.050	-1.58	4.44	3.89	3.17	13.9	15.3
10	50	56.9867	-31	37	12.730	-53.88	2.58	37.14	1.81	14.2	15.2
10	50	57.7947	-31	37	59.060	-23.67	2.36	1.65	1.72	17.3	18.5
10	50	57.8340	-31	36	42.420	-4.19	2.67	-5.46	1.90	17.7	19.3
10	50	58.0053	-31	39	37.790	-14.97	3.21	-4.28	2.31	17.7	19.0
10	50	59.1307	-31	36	56.540	-10.26	2.40	-2.04	1.72	15.6	16.5
10	51	0.8353	-31	35	53.540	-16.50	3.17	-9.94	2.26	17.7	19.7
10	51	1.2007	-31	38	50.930	3.03	2.22	-1.97	1.54	18.0	20.2
10	51	1.2093	-31	36	6.860	-13.05	2.94	4.99	2.08	18.0	19.4
10	51	1.8767	-31	38	54.090	-2.00	2.13	-3.31	1.54	16.5	17.3
10	51	2.5253	-31	36	51.240	-7.62	2.22	-2.90	1.63	17.9	18.9
10	51	2.4927	-31	35	53.270	16.85	3.17	-9.29	2.26	18.0	18.9
10	51	2.9847	-31	39	22.610	-6.43	2.40	-3.59	1.72	18.0	20.4
10	51	2.9847	-31	40	51.100	7.23	3.89	-26.25	2.81	16.6	17.4
10	51	3.8407	-31	38	8.570	-3.44	1.68	3.84	1.18	17.8	20.1
10	51	4.1247	-31	35	43.450	-3.89	3.35	-10.05	2.40	17.9	19.9
10	51	4.2913	-31	36	19.230	-22.78	2.72	-31.46	1.99	17.1	18.0
10	51	4.5120	-31	35	57.860	-19.01	3.08	-4.14	2.26	16.1	17.0
10	51	4.6453	-31	40	29.030	-39.98	3.40	-8.89	2.44	16.9	18.5
10	51	4.7760	-31	35	48.120	25.73	3.26	-17.85	2.35	17.2	17.7
10	51	5.5027	-31	37	14.240	-3.44	2.04	-0.74	1.45	17.8	20.0
10	51	5.9173	-31	36	7.730	3.86	2.99	-2.89	2.17	17.2	18.8
10	51	6.0773	-31	39	17.070	-8.09	2.22	3.04	1.59	16.9	17.9
10	51	6.6980	-31	38	24.580	-8.31	1.77	-5.58	1.27	16.5	17.5
10	51	6.8740	-31	36	4.910	-12.96	3.12	-1.55	2.26	15.6	16.4
10	51	7.2720	-31	38	33.630	8.33	1.86	-0.33	1.31	17.9	19.3
10	51	7.8680	-31	38	48.420	-9.02	1.95	3.85	1.40	17.8	19.8

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag	mag
h	m	s	°	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	A2.0	A2.0
										R	B
10	51	8.9753	-31	37	2.260	-9.33	2.49	-16.71	1.77	17.3	18.8
10	51	9.0980	-31	38	49.450	-20.72	2.08	-6.12	1.49	17.7	18.8
10	51	9.2307	-31	38	41.350	-22.65	2.04	4.83	1.45	16.8	18.1
10	51	9.3160	-31	38	28.170	-9.51	1.99	-4.65	1.45	17.5	18.7
10	51	9.7513	-31	36	47.970	-13.32	2.76	4.80	1.99	16.7	17.4
10	51	9.8313	-31	38	37.640	-16.56	2.08	-1.50	1.49	17.3	18.3
10	51	9.8127	-31	39	6.850	9.20	2.31	3.00	1.63	17.8	19.6
10	51	10.6853	-31	38	43.080	-19.92	2.22	0.68	1.59	14.3	15.4
10	51	11.7933	-31	40	1.840	-19.32	3.12	-6.03	2.22	17.7	18.8
10	51	13.5993	-31	39	5.710	-9.52	2.76	-4.00	1.99	16.1	17.4
10	51	14.7707	-31	37	37.610	-8.48	3.08	5.41	2.17	16.9	17.7
10	51	15.0553	-31	40	55.890	0.15	4.21	-5.30	3.03	17.1	18.4
10	51	15.0733	-31	38	40.110	-10.85	2.94	-15.98	2.13	17.0	19.0
10	51	15.2567	-31	37	1.360	6.20	3.53	1.42	2.54	17.4	19.3
10	51	15.4120	-31	40	20.610	-13.65	3.76	-13.59	2.67	16.7	17.6
10	51	15.6693	-31	39	13.600	-10.59	3.17	6.60	2.26	16.7	17.6
10	51	16.0520	-31	38	11.500	-5.85	3.17	2.32	2.26	18.0	19.3
10	51	16.1067	-31	38	0.840	21.59	3.21	6.41	2.31	17.9	21.5
10	51	16.2127	-31	36	42.000	15.13	3.89	-11.91	2.81	17.9	20.8
11	3	20.7387	-32	49	34.020	-10.39	3.84	-6.79	4.19	14.6	16.4
11	3	22.1233	-32	50	12.720	-11.06	3.32	-38.93	3.58	14.7	16.6
11	3	22.5900	-32	53	22.740	-4.10	4.19	-0.07	4.54	16.5	17.6
11	3	23.2200	-32	50	32.390	-10.30	2.97	-3.61	3.23	14.1	16.2
11	3	23.4540	-32	49	12.030	-11.88	3.67	5.12	4.02	16.2	18.2
11	3	24.4740	-32	52	14.790	-16.23	2.97	14.15	3.23	17.2	19.0
11	3	26.0893	-32	51	55.190	-17.83	2.53	1.23	2.80	16.2	18.3
11	3	26.1800	-32	52	45.000	-5.11	2.97	-10.64	3.23	17.3	19.5
11	3	27.4380	-32	51	37.780	-19.88	2.18	-1.92	2.36	17.1	18.5
11	3	28.3560	-32	50	18.880	-16.54	2.36	-4.50	2.53	15.4	17.1
11	3	28.2927	-32	50	38.270	-2.72	2.18	2.60	2.36	17.6	19.9
11	3	28.6187	-32	51	14.460	-2.39	2.01	-3.84	2.18	18.1	20.2
11	3	29.2493	-32	52	40.060	-34.18	2.45	-3.31	2.62	13.0	14.4
11	3	29.8767	-32	51	8.300	-14.58	1.83	4.56	2.01	17.9	19.6
11	3	31.4360	-32	49	9.620	1.21	3.32	2.24	3.58	17.7	19.2
11	3	32.1427	-32	50	52.650	-20.59	1.83	0.04	2.01	17.7	19.4
11	3	32.5133	-32	52	58.650	-13.56	2.36	13.85	2.53	16.7	18.0
11	3	33.1627	-32	52	51.190	-18.94	2.18	9.77	2.36	16.7	18.4
11	3	33.5287	-32	50	52.630	-17.34	1.83	-5.53	2.01	17.6	19.0
11	3	33.7373	-32	50	5.130	-12.90	2.53	10.36	2.71	15.5	18.1
11	3	33.8847	-32	52	24.150	-12.00	1.92	-6.05	2.01	17.6	19.8
11	3	36.4700	-32	52	18.310	4.95	1.92	-5.07	2.10	14.0	16.3
11	3	36.6607	-32	53	53.670	-10.53	3.15	-8.69	3.41	17.3	18.4
11	3	37.8207	-32	51	54.420	-18.89	2.01	-6.74	2.18	15.0	17.0
11	3	37.9620	-32	53	35.990	-16.90	2.88	2.37	3.15	18.0	19.0
11	3	37.9720	-32	52	21.130	-10.88	2.10	-3.17	2.27	16.1	18.0
11	3	38.1553	-32	52	2.360	-28.35	2.10	-11.07	2.27	17.5	19.6
11	3	38.2587	-32	53	30.330	-14.00	2.80	13.80	3.06	16.5	18.0
11	3	38.3033	-32	51	36.270	-43.78	2.10	9.88	2.27	16.8	19.1
11	3	38.3933	-32	53	57.390	-24.84	3.23	10.82	3.49	16.4	18.0
11	3	38.3967	-32	51	18.260	17.22	2.27	19.83	2.45	10.3	11.7
11	3	40.2560	-32	49	23.510	-15.13	3.93	4.66	4.28	17.8	19.1
11	3	40.5293	-32	51	27.300	-10.13	2.53	3.81	2.80	16.5	18.4
11	3	40.8480	-32	51	15.290	-17.48	2.71	0.60	2.97	17.4	19.7
11	3	42.2487	-32	48	59.090	-9.15	4.72	1.50	5.07	17.6	19.6

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
11	3	43.1173	-32	54	2.520	-4.22	3.76	0.11	4.11	16.1	17.6
11	3	43.4767	-32	52	15.180	-5.84	3.06	-12.28	3.32	17.0	18.5
11	3	43.7987	-32	53	0.820	-13.49	3.32	0.92	3.58	15.8	17.1
11	31	28.5780	-58	20	12.810	-19.92	8.54	2.05	12.99	11.9	12.7
11	31	30.7453	-58	17	2.010	-26.60	9.24	2.06	14.15	11.4	11.1
11	31	32.0607	-58	18	25.380	-2.16	6.15	-22.53	9.41	12.6	13.3
11	31	35.4847	-58	21	25.470	-61.80	9.49	62.41	14.50	13.2	13.3
11	31	35.6313	-58	19	26.540	-10.72	4.88	28.58	7.48	13.5	13.8
11	31	37.7493	-58	17	30.030	4.39	7.06	-48.90	10.78	12.2	12.6
11	31	41.4267	-58	18	41.960	-3.83	4.08	-5.87	6.21	15.8	17.1
11	31	44.5153	-58	21	16.820	-6.90	7.80	-9.96	11.91	14.0	15.5
11	31	47.0640	-58	18	35.570	-92.72	4.85	-31.59	7.41	13.8	15.0
11	31	46.9627	-58	19	25.640	-17.32	4.01	-1.73	6.14	15.4	15.5
11	31	49.5827	-58	18	51.310	-10.32	5.13	10.16	7.83	15.1	16.3
11	31	51.2287	-58	19	22.280	-25.16	5.13	2.68	7.87	14.2	13.9
11	31	54.4827	-58	19	35.260	-15.00	6.22	4.58	9.52	12.6	13.6
11	45	56.4187	-24	48	11.610	-13.30	3.54	-1.56	3.50	17.7	18.9
11	45	57.2920	-24	47	13.270	-2.46	3.22	2.30	3.18	17.2	18.1
11	45	57.8093	-24	48	45.850	-5.71	3.46	-9.37	3.42	15.9	16.6
11	45	57.8647	-24	46	51.450	-26.05	3.18	3.82	3.18	18.1	19.9
11	45	57.9587	-24	46	59.950	-24.33	3.14	12.53	3.10	18.0	19.8
11	45	58.0847	-24	47	24.190	1.45	3.06	-20.27	3.02	18.0	20.2
11	45	58.6627	-24	48	0.020	-8.99	2.98	-6.40	2.94	16.7	17.3
11	45	58.8467	-24	48	25.620	-22.96	3.06	4.09	3.02	18.0	19.6
11	45	59.5933	-24	48	33.760	-16.90	2.98	6.40	2.94	18.0	19.3
11	45	59.8447	-24	49	22.900	-17.52	3.46	-5.24	3.42	17.7	18.4
11	46	1.1647	-24	44	57.420	-7.94	3.90	-17.12	3.82	15.6	16.4
11	46	2.5607	-24	49	13.000	-10.07	2.94	-3.31	2.90	14.9	15.6
11	46	3.9113	-24	45	24.640	-15.10	3.22	-0.94	3.22	17.3	18.7
11	46	4.2400	-24	45	35.370	-13.42	3.06	-8.01	3.02	18.0	19.5
11	46	6.1027	-24	46	27.010	-11.31	2.27	2.78	2.27	17.7	18.4
11	46	7.3800	-24	46	30.200	-18.50	2.27	-1.44	2.23	17.3	18.2
11	46	7.7813	-24	46	12.840	-2.04	2.50	8.03	2.46	15.3	14.9
11	46	8.2720	-24	47	12.820	-36.19	1.91	0.40	1.87	17.7	19.4
11	46	9.8167	-24	44	45.910	-16.15	3.94	5.08	3.90	15.8	16.7
11	46	9.9453	-24	48	57.060	-6.81	2.55	-7.47	2.51	18.0	18.5
11	46	10.2687	-24	44	33.890	-14.99	4.17	-6.27	4.10	18.0	19.2
11	46	10.5460	-24	47	40.690	-11.45	2.07	-24.91	2.07	16.6	17.8
11	46	10.6720	-24	45	52.300	-77.91	2.94	-13.65	2.90	16.5	17.8
11	46	10.6833	-24	46	3.780	-42.48	2.78	-22.02	2.74	15.6	16.9
11	46	10.6353	-24	47	21.390	-17.72	2.11	-5.84	2.07	17.9	19.9
11	46	10.6567	-24	49	20.790	-14.60	2.90	-8.11	2.87	17.3	17.8
11	46	10.9440	-24	48	8.050	1.24	2.23	-0.02	2.19	16.8	17.1
11	46	11.2133	-24	49	36.090	-15.90	3.18	10.65	3.14	17.7	19.5
11	46	11.6407	-24	45	32.740	-1.38	3.34	-9.79	3.34	18.1	19.2
11	46	12.9640	-24	46	39.430	-15.24	2.74	6.69	2.70	18.0	19.7
11	46	13.2107	-24	44	49.320	-8.19	4.21	-23.82	4.14	17.3	17.8
11	46	14.5840	-24	48	28.000	-5.85	2.94	-1.71	2.90	17.9	18.9
11	46	16.8020	-24	48	49.020	-18.60	3.54	-8.01	3.50	18.1	19.3
11	46	17.0273	-24	47	10.400	-20.48	3.42	-30.64	3.38	15.8	17.1
11	46	17.4827	-24	48	56.210	-17.21	3.74	8.52	3.70	17.7	19.1
11	46	18.4120	-24	49	38.410	-9.53	4.29	-7.97	4.26	17.4	18.2
11	46	44.3180	-38	12	34.380	-2.39	3.65	-1.46	2.40	17.8	18.6
11	46	45.2300	-38	11	59.410	-10.53	3.29	2.51	2.16	17.9	19.3

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
11	46	45.5007	-38	13	47.540	-4.93	4.14	-57.76	2.72	17.9	19.4
11	46	45.5753	-38	10	43.760	-11.96	3.21	-2.32	2.08	17.9	19.3
11	46	45.7393	-38	10	34.200	1.23	3.21	-1.44	2.08	17.1	18.9
11	46	46.3167	-38	9	45.440	1.34	3.49	2.86	2.32	17.1	18.4
11	46	46.3600	-38	10	27.420	-0.13	3.21	3.35	2.08	16.4	17.8
11	46	47.2133	-38	10	23.200	7.93	3.09	2.96	2.00	17.9	18.9
11	46	47.3113	-38	13	35.610	-8.18	3.65	-3.78	2.40	16.4	17.5
11	46	48.4747	-38	13	4.230	-1.53	3.12	1.34	2.04	17.6	18.5
11	46	48.7360	-38	9	52.730	-5.22	3.16	-2.47	2.08	17.9	19.5
11	46	48.8400	-38	12	17.150	-18.98	2.68	-2.77	1.72	17.8	20.8
11	46	49.4180	-38	14	36.000	5.64	4.17	-5.61	2.72	12.6	13.5
11	46	50.9053	-38	10	14.990	-13.34	2.73	-4.21	1.76	17.9	20.7
11	46	51.5280	-38	13	22.630	-43.02	2.84	2.83	1.84	16.7	18.3
11	46	52.8040	-38	14	6.960	-16.27	3.28	4.82	2.16	17.9	18.9
11	46	52.8247	-38	11	39.550	-10.92	1.94	-11.32	1.28	14.1	15.3
11	46	53.1253	-38	13	33.120	-11.44	2.71	-6.63	1.80	17.9	19.6
11	46	53.1340	-38	9	51.950	-36.80	2.88	0.85	1.88	16.4	18.3
11	46	53.8147	-38	9	54.070	-16.85	2.80	0.81	1.80	17.9	19.0
11	46	54.4333	-38	13	12.220	-11.07	2.30	-1.82	1.52	17.6	20.3
11	46	54.9220	-38	11	10.730	-12.01	1.91	-10.19	1.24	16.2	17.6
11	46	54.9487	-38	9	36.490	-7.91	3.04	-5.21	1.96	17.9	20.2
11	46	55.3860	-38	10	48.870	-15.60	2.07	-1.95	1.36	17.9	20.0
11	46	55.5807	-38	10	39.070	-11.84	2.19	-2.49	1.44	15.4	16.9
11	46	55.7327	-38	12	21.040	-13.52	1.74	-14.78	1.16	17.9	21.1
11	46	56.1300	-38	11	49.090	-16.87	1.66	-7.94	1.12	16.4	17.7
11	46	56.3347	-38	13	19.690	-10.62	2.26	-1.98	1.48	17.8	19.8
11	46	56.9080	-38	10	58.460	-11.28	1.99	0.94	1.28	16.9	17.9
11	46	57.0560	-38	11	42.860	-6.59	1.66	-3.70	1.12	17.6	20.6
11	46	57.2587	-38	14	25.860	-25.68	3.15	-14.60	2.08	12.9	13.9
11	46	57.8053	-38	11	44.350	-114.00	1.71	567.84	1.12	17.8	20.0
11	46	58.2400	-38	10	3.310	-5.24	2.76	-1.87	1.80	16.5	17.5
11	46	58.4433	-38	9	41.120	-12.18	3.09	-1.10	2.04	17.7	18.7
11	46	58.9373	-38	10	48.520	-11.87	2.19	-0.01	1.44	17.8	19.6
11	46	59.3787	-38	11	59.130	-15.58	1.74	-5.74	1.12	17.9	20.0
11	46	59.9767	-38	13	5.810	-10.78	2.06	7.15	1.32	17.9	19.6
11	47	0.2440	-38	12	16.400	-25.13	1.82	15.97	1.16	16.4	17.7
11	47	0.5060	-38	14	11.960	-7.21	2.90	-2.49	1.88	17.3	18.4
11	47	0.8413	-38	13	56.590	-5.17	2.70	-2.65	1.80	17.8	20.1
11	47	1.4773	-38	11	53.210	-7.96	1.94	1.80	1.28	16.2	17.4
11	47	1.8720	-38	13	47.130	9.13	2.62	5.09	1.72	17.5	16.9
11	47	2.0420	-38	12	49.790	-31.77	2.10	7.15	1.40	17.9	20.2
11	47	2.4533	-38	11	52.910	-13.42	2.07	-5.96	1.36	17.3	18.0
11	47	2.6653	-38	14	4.930	3.16	2.87	-2.18	1.88	16.3	17.3
11	47	2.7827	-38	9	57.840	-7.32	3.29	-0.37	2.16	17.9	19.6
11	47	3.6533	-38	10	40.690	-10.95	2.84	-2.40	1.88	16.7	17.7
11	47	4.5153	-38	13	19.890	30.04	2.59	-16.12	1.72	17.9	20.1
11	47	5.0700	-38	13	54.210	-4.56	2.95	-7.75	1.96	17.4	20.5
11	47	5.4833	-38	14	36.320	-18.79	3.47	-13.57	2.28	14.9	15.6
11	47	5.7287	-38	9	39.070	-21.20	3.98	-6.52	2.60	17.7	20.5
11	47	6.2620	-38	14	6.640	-1.29	3.23	10.84	2.12	17.5	19.2
11	47	6.6653	-38	13	7.970	40.13	2.79	28.84	1.84	17.9	18.4
11	47	7.0553	-38	10	7.300	3.91	3.85	-3.73	2.48	17.6	20.1
11	47	7.1480	-38	13	42.600	-0.78	3.11	6.10	2.04	17.9	19.2
11	47	7.6567	-38	12	48.000	-14.50	2.91	-0.01	1.92	17.4	20.4

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
11	47	8.3713	-38	11	42.250	7.16	3.16	-10.21	2.04	17.7	18.6
11	47	8.3620	-38	12	30.890	-19.42	2.99	5.15	2.00	16.5	17.8
11	47	9.0800	-38	11	9.380	-7.09	3.52	0.03	2.32	17.9	19.4
11	47	9.5647	-38	14	29.430	-76.34	3.84	-98.43	2.56	15.6	17.1
11	47	9.5787	-38	13	57.190	-5.35	3.56	-5.53	2.32	16.5	17.3
11	47	10.1727	-38	14	4.780	-10.67	3.72	-1.60	2.44	16.5	17.8
11	47	10.4280	-38	12	50.640	-81.17	3.40	-5.69	2.24	17.6	19.6
11	58	13.8213	+24	49	22.730	12.65	4.63	-0.91	3.73	17.6	17.7
11	58	14.1480	+24	51	59.640	-10.18	5.86	-2.81	4.75	17.6	18.5
11	58	18.8907	+24	48	10.710	-13.61	4.85	-4.44	3.91	16.4	19.6
11	58	19.4560	+24	49	16.540	-8.97	3.44	2.10	2.78	16.1	16.5
11	58	19.6240	+24	52	45.840	-20.76	5.76	29.26	4.66	15.4	16.2
11	58	29.5887	+24	50	5.540	-9.54	4.05	-18.69	3.27	16.2	18.0
11	58	29.9000	+24	50	14.390	-7.11	4.08	-2.73	3.30	18.3	18.8
11	58	30.9353	+24	51	48.220	-14.16	4.86	-1.60	3.94	17.4	18.8
12	22	14.0587	+ 4	15	39.790	0.54	5.47	-10.46	2.34	17.6	19.3
12	22	16.3993	+ 4	15	19.170	-4.82	4.45	-5.07	1.91	17.5	18.6
12	22	17.9260	+ 4	13	29.990	-6.02	3.76	-17.42	1.61	16.9	17.5
12	22	19.8653	+ 4	11	7.300	5.41	5.15	-6.77	2.21	18.5	19.0
12	22	22.9440	+ 4	11	11.120	13.38	4.45	-31.32	1.91	15.7	16.7
12	22	23.5287	+ 4	11	53.710	-10.06	3.59	-5.98	1.55	18.1	19.2
12	22	24.3160	+ 4	15	10.980	-14.58	3.76	-6.71	1.61	17.0	17.8
12	22	24.8260	+ 4	15	37.690	0.17	4.38	-7.60	1.88	16.6	17.0
12	22	25.3527	+ 4	11	26.360	1.81	4.08	-10.39	1.75	17.9	19.3
12	22	25.9207	+ 4	15	48.710	3.13	4.91	-8.03	2.11	17.0	18.4
12	22	31.1580	+ 4	12	41.050	-2.30	5.24	-7.60	2.24	18.9	19.5
12	22	33.4407	+ 4	11	54.310	18.62	6.39	-12.15	2.73	14.1	15.5
13	22	50.3893	-44	54	12.890	-13.81	3.79	3.48	3.98	12.6	14.6
13	22	51.4507	-44	53	51.160	-18.35	3.33	-8.19	3.53	14.0	15.4
13	22	55.5500	-44	51	2.780	-12.63	3.59	5.61	3.83	15.1	16.3
13	22	56.4280	-44	50	56.220	-14.60	3.59	-8.17	3.83	15.7	17.0
13	22	56.4680	-44	51	28.430	-22.30	2.91	-20.11	3.15	15.1	16.4
13	22	56.7767	-44	54	17.280	-15.18	3.06	-3.42	3.22	14.5	16.3
13	22	58.6453	-44	52	32.750	-24.32	1.83	-10.80	1.93	16.4	16.9
13	22	58.7453	-44	51	57.500	-15.72	2.15	-1.97	2.28	16.5	17.2
13	23	0.2247	-44	52	55.930	-21.83	1.76	-2.19	1.86	15.6	17.3
13	23	0.6520	-44	54	15.430	-9.51	2.98	-1.53	3.22	14.3	15.3
13	23	0.9353	-44	51	49.600	-16.75	2.15	4.47	2.28	15.5	16.4
13	23	2.1807	-44	52	32.700	-9.84	1.76	-0.41	1.90	17.8	18.8
13	23	2.9440	-44	50	56.610	-22.20	3.18	16.31	3.38	14.0	15.4
13	23	4.8813	-44	52	32.330	-9.86	2.15	-5.23	2.28	17.6	18.4
13	23	5.5827	-44	51	28.240	-16.01	2.76	-7.32	2.92	12.4	13.6
13	23	9.5953	-44	52	35.920	-15.13	3.18	-0.90	3.38	14.7	15.8
13	23	11.4847	-44	53	4.500	-27.45	3.86	-2.30	4.06	11.3	11.9
13	37	33.8273	-65	9	44.070	-477.25	11.96	-155.01	17.14	17.9	19.4
13	37	33.7147	-65	8	53.920	-320.19	11.84	199.05	16.98	17.7	20.0
13	37	36.8927	-65	11	38.220	-409.15	13.45	-178.12	19.25	17.9	18.9
13	37	37.9553	-65	8	24.380	-289.68	10.51	25.48	15.02	17.9	19.6
13	37	39.0353	-65	8	49.580	5.01	9.41	-11.78	13.42	16.5	15.7
13	37	40.9013	-65	10	5.570	-20.64	8.94	31.61	12.79	17.1	17.0
13	37	41.5913	-65	11	3.540	-12.51	10.31	-25.66	14.75	17.2	16.8
13	37	46.9873	-65	8	50.060	-25.08	6.70	32.81	9.59	16.8	16.4
13	37	47.6107	-65	7	46.460	-26.45	8.35	9.40	11.97	17.7	17.9
13	37	49.1187	-65	9	15.920	-40.55	5.88	-11.85	8.41	15.8	14.4

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_x	$E\mu_x$	μ_y	$E\mu_y$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
13	37	52.4160	-65	7	9.830	5.76	9.25	0.40	13.22	17.0	16.7
13	37	55.4780	-65	7	11.320	-29.68	8.98	-8.02	12.83	17.1	16.2
13	37	56.2693	-65	11	44.770	-14.76	9.92	-12.14	14.20	17.1	16.6
13	37	56.6620	-65	8	22.810	-33.32	5.80	2.58	8.33	16.5	15.9
13	37	58.9280	-65	11	0.980	-14.88	7.80	10.68	11.19	15.2	15.3
13	38	1.7287	-65	8	42.060	-11.20	5.80	0.40	8.26	17.1	17.0
13	38	5.7107	-65	8	16.390	-11.80	7.33	-18.68	10.49	15.8	14.5
13	38	7.7580	-65	7	47.490	-31.82	8.82	-11.28	12.60	17.2	16.4
13	38	8.5720	-65	11	10.380	-29.80	9.84	-2.28	14.05	17.2	16.4
13	38	8.5060	-65	10	11.040	-6.33	7.92	-28.15	11.35	16.8	16.4
13	38	10.6453	-65	9	33.070	-20.01	8.00	50.93	11.50	16.3	15.3
13	38	12.4713	-65	10	4.060	-8.66	9.10	15.32	12.99	13.2	13.3
13	57	2.3893	+19	18	19.710	-42.05	4.29	-13.61	3.41	16.2	17.8
13	57	4.6453	+19	20	24.410	-7.10	2.35	-6.92	1.88	15.9	16.8
13	57	8.3093	+19	19	6.140	-8.71	1.35	-8.16	1.07	17.1	17.7
13	57	15.7887	+19	18	58.090	-9.89	2.41	-9.51	1.91	16.7	18.2
13	57	16.0900	+19	17	40.300	-6.90	2.38	-7.36	1.88	16.6	16.6
13	57	1.1293	-15	29	32.270	-6.79	3.38	-4.57	4.73	14.8	16.0
13	57	1.8267	-15	29	14.040	-8.54	3.09	1.33	4.35	12.8	13.7
13	57	5.2853	-15	28	57.320	-9.51	2.41	-8.05	3.39	14.1	15.1
13	57	6.0273	-15	28	47.500	3.76	2.26	-8.79	3.18	16.2	16.9
13	57	6.4013	-15	26	17.670	-31.40	4.13	-1.18	5.72	18.0	19.2
13	57	10.4387	-15	26	13.300	-11.13	4.04	-2.81	5.57	17.6	18.3
13	57	10.5793	-15	29	55.710	-0.02	2.63	-44.38	3.64	15.9	18.5
13	57	10.9293	-15	26	51.710	-18.80	3.24	15.29	4.46	16.4	17.9
13	57	14.8807	-15	30	9.570	-6.85	2.95	2.71	4.09	14.7	15.5
13	57	15.2453	-15	26	16.820	13.79	4.06	-7.28	5.60	16.9	19.0
13	57	19.8467	-15	29	7.790	-10.44	2.83	-11.61	3.90	17.8	18.8
13	57	20.1160	-15	27	28.320	-5.31	3.28	-0.20	4.51	18.4	18.4
13	57	22.1600	-15	30	6.450	-8.12	3.82	-0.16	5.27	17.7	19.7
13	58	46.7780	-41	52	57.350	-9.83	8.56	-8.33	5.65	14.1	14.2
13	58	49.4047	-41	52	44.930	-42.85	6.92	-18.48	4.61	15.1	14.9
13	58	53.5327	-41	54	26.600	-10.65	6.47	2.14	4.32	14.3	14.9
13	58	53.6247	-41	54	11.780	-4.30	5.80	-2.33	3.87	16.4	16.7
13	58	56.1707	-41	52	25.850	3.35	3.94	-6.83	2.60	16.6	16.8
13	58	56.6893	-41	51	2.950	-14.95	7.89	-0.85	5.21	16.0	16.4
13	58	56.8467	-41	52	3.560	-9.85	4.76	-4.78	3.13	15.5	15.5
13	58	57.6047	-41	53	51.120	-19.51	4.54	-6.06	2.98	14.4	15.1
13	58	58.1800	-41	53	1.300	-20.82	3.35	-5.86	2.23	16.5	17.1
13	58	58.5040	-41	53	49.730	12.01	4.61	4.73	3.05	14.5	14.6
13	58	58.5413	-41	52	36.690	26.89	3.72	11.34	2.46	14.7	15.1
13	58	59.4167	-41	52	59.590	0.12	3.72	-2.70	2.46	17.8	18.8
13	59	0.3047	-41	50	50.850	-95.47	8.63	-2.05	5.73	14.0	15.6
13	59	1.9500	-41	50	59.260	20.92	8.56	-1.15	5.65	14.3	14.3
13	59	2.0067	-41	52	41.620	-6.54	5.06	-3.69	3.35	16.1	16.1
13	59	3.8493	-41	53	31.400	-7.52	6.62	-11.56	4.39	15.1	15.5
14	37	58.9353	-22	5	16.590	36.63	4.84	24.49	3.72	16.1	17.4
14	37	59.1613	-22	4	24.180	-10.40	4.79	4.58	3.68	17.5	19.1
14	37	59.1260	-22	2	48.210	-5.86	6.05	-17.33	4.70	17.5	18.6
14	37	59.8633	-22	6	23.500	-14.78	5.38	7.47	4.09	17.1	18.2
14	38	0.5313	-22	4	15.430	-17.85	4.41	-14.15	3.44	16.9	18.3
14	38	1.0073	-22	2	43.380	-1.13	5.67	-0.62	4.45	17.0	17.7
14	38	1.1027	-22	5	4.470	-10.56	4.14	-13.85	3.16	14.0	14.9
14	38	3.2500	-22	5	42.380	-15.30	3.86	-3.96	2.95	17.2	18.0

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
14	38	4.3520	-22	6	58.400	-13.50	5.13	-8.53	3.97	17.2	17.8
14	38	5.7513	-22	4	15.840	-18.98	3.05	-6.42	2.35	16.7	17.3
14	38	6.3440	-22	3	30.950	-16.92	3.62	-1.27	2.83	18.0	19.6
14	38	8.0973	-22	6	37.290	-27.33	4.18	-6.57	3.24	15.8	16.5
14	38	8.2607	-22	5	47.500	0.98	3.06	-3.50	2.35	15.9	16.5
14	38	8.3727	-22	6	49.500	-13.03	4.51	-8.37	3.48	16.8	17.5
14	38	8.5667	-22	3	23.840	-1.74	3.57	-4.60	2.80	17.6	18.5
14	38	9.2160	-22	3	18.070	-20.60	3.65	0.18	2.88	17.1	17.7
14	38	9.9880	-22	4	55.370	-24.75	2.40	3.35	1.86	15.3	16.1
14	38	9.9113	-22	7	4.800	-10.95	4.87	-10.29	3.76	14.2	14.6
14	38	10.5867	-22	4	55.080	2.01	2.43	-1.83	1.90	15.0	15.8
14	38	10.8593	-22	4	48.480	-7.71	2.43	-0.80	1.90	17.8	19.4
14	38	12.5107	-22	2	24.650	-25.59	5.10	-7.99	3.97	14.0	14.4
14	38	12.9380	-22	2	39.840	-3.25	4.73	-11.07	3.69	17.0	18.2
14	38	14.3507	-22	5	13.840	-19.17	3.10	-2.42	2.39	17.6	18.8
14	38	14.5260	-22	5	4.660	-3.08	3.10	-9.98	2.39	17.9	19.4
14	38	15.4167	-22	4	57.700	-8.25	3.25	-0.22	2.55	16.7	17.4
14	38	15.6520	-22	5	13.270	5.00	3.38	-3.19	2.63	17.9	18.4
14	38	15.7467	-22	4	41.270	-11.75	3.33	2.05	2.55	16.5	17.4
14	38	16.6587	-22	6	56.210	-7.41	5.40	-21.38	4.21	17.6	18.1
14	38	17.5073	-22	4	21.860	-43.94	3.87	9.47	3.04	13.6	13.5
14	38	17.7733	-22	5	6.810	-6.48	4.00	2.72	3.08	17.7	18.3
14	38	17.9087	-22	3	18.720	-13.55	4.78	-13.60	3.68	17.0	17.2
14	38	18.7493	-22	3	31.010	-15.68	4.78	-11.93	3.72	17.1	17.8
14	38	19.9580	-22	4	54.640	-0.63	4.62	-5.46	3.60	15.0	16.5
14	45	40.8947	-16	29	54.940	-10.89	2.59	0.51	2.34	17.5	18.5
14	45	41.5067	-16	30	35.120	-11.64	2.66	8.42	2.40	17.8	18.4
14	45	41.6307	-16	29	31.350	-9.44	2.43	-0.85	2.21	17.0	17.6
14	45	43.0613	-16	28	38.390	-18.29	2.34	-0.22	2.11	17.3	18.2
14	45	44.4740	-16	27	41.690	-2.12	2.53	0.34	2.31	17.8	18.3
14	45	46.8000	-16	29	8.640	-191.42	1.73	131.93	1.57	17.4	17.9
14	45	46.7373	-16	29	55.950	-7.16	1.83	0.83	1.67	12.5	14.3
14	45	47.0660	-16	28	9.380	-64.36	1.92	-16.28	1.73	18.1	18.8
14	45	47.0213	-16	27	27.240	-5.59	2.34	-3.62	2.11	17.2	17.8
14	45	47.2547	-16	31	39.810	-15.00	2.91	-14.66	2.66	15.9	17.8
14	45	47.8913	-16	31	53.890	-3.58	3.11	-6.38	2.82	18.0	18.8
14	45	48.4033	-16	31	8.830	-2.05	2.50	-6.95	2.27	18.2	19.7
14	45	48.5873	-16	27	30.740	-9.23	2.11	-1.52	1.92	16.0	16.6
14	45	48.7773	-16	28	45.840	-6.85	1.51	-3.34	1.35	15.6	16.7
14	45	49.8467	-16	27	6.680	-17.72	2.31	0.80	2.08	17.7	18.6
14	45	50.9300	-16	29	37.960	0.37	1.54	-3.41	1.41	16.6	17.5
14	45	52.8613	-16	29	33.710	-28.50	1.60	-7.06	1.44	18.8	19.8
14	45	53.1353	-16	27	16.950	-3.09	2.02	-6.13	1.83	17.4	18.1
14	45	55.9140	-16	28	23.670	-92.59	1.63	-141.33	1.51	13.5	14.7
14	45	55.8280	-16	27	52.100	-3.04	1.79	-2.41	1.63	14.7	15.5
14	45	58.5727	-16	28	9.650	-22.53	2.05	-5.12	1.86	15.4	16.9
14	45	59.4680	-16	27	42.110	-20.24	2.24	-3.82	2.05	16.8	17.4
14	45	59.8393	-16	26	54.440	-9.51	2.63	-2.51	2.37	17.7	18.4
14	45	59.9120	-16	29	39.560	-10.41	2.59	7.84	2.34	15.5	16.5
14	46	0.3273	-16	30	51.970	-7.24	3.40	-2.02	3.08	18.8	19.2
14	46	0.7300	-16	29	29.620	-17.10	2.66	-10.05	2.40	16.4	16.9
14	46	0.7427	-16	27	49.270	-12.82	2.42	-5.10	2.21	17.4	17.8
14	46	1.5647	-16	28	21.670	-19.57	2.53	-2.55	2.31	14.1	14.9
14	46	1.8720	-16	26	53.540	-0.96	2.88	-1.77	2.59	16.8	17.6

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
15	56	1.2160	-79	15	6.610	0.96	2.90	1.55	2.84	15.3	17.0
15	56	4.2120	-79	14	59.780	-2.67	2.79	-2.06	2.67	12.9	15.5
15	56	7.2347	-79	12	22.750	-0.64	4.40	-9.23	4.24	15.9	17.5
15	56	7.7607	-79	14	51.650	4.43	2.67	-24.19	2.56	16.1	17.2
15	56	10.5487	-79	13	34.800	4.46	3.12	0.99	3.01	17.5	19.3
15	56	12.3980	-79	13	38.130	-0.11	3.01	-8.86	2.90	17.6	19.2
15	56	14.9867	-79	13	19.230	-4.92	3.12	-11.99	3.01	17.4	19.8
15	56	16.0260	-79	15	9.760	-6.58	2.45	-20.24	2.34	16.8	18.4
15	56	17.0893	-79	15	46.660	-13.41	2.79	-15.75	2.62	16.4	18.1
15	56	20.4473	-79	14	29.780	0.34	2.23	-16.82	2.12	15.7	17.7
15	56	21.0660	-79	15	56.610	-8.90	2.79	-12.12	2.67	15.1	17.2
15	56	22.8547	-79	15	5.000	2.73	2.12	-17.76	2.12	17.8	19.6
15	56	25.9120	-79	15	44.300	-0.54	2.56	-1.38	2.45	14.0	16.0
15	56	28.8427	-79	15	1.100	10.62	2.01	-0.41	1.89	17.1	18.3
15	56	29.8987	-79	15	57.150	-12.51	2.67	-3.74	2.56	17.6	19.0
15	56	30.9707	-79	15	48.270	0.97	2.56	-9.58	2.45	16.2	17.8
15	56	31.8893	-79	13	35.090	-18.04	2.29	-11.55	2.23	17.2	17.8
15	56	32.9000	-79	14	28.210	1.70	1.78	-6.30	1.67	13.1	14.8
15	56	36.4933	-79	13	17.950	-35.61	2.45	-81.52	2.34	16.7	18.6
15	56	41.2400	-79	15	50.140	-0.35	2.51	-7.17	2.45	12.9	15.4
15	56	42.2213	-79	15	13.710	1.36	1.89	9.00	1.84	16.3	18.3
15	56	44.9000	-79	13	27.080	-2.10	2.06	-11.36	2.01	17.6	19.1
15	56	47.1960	-79	14	17.300	-2.37	1.51	-19.81	1.45	14.8	16.7
15	56	53.1380	-79	15	33.400	8.49	2.23	-7.53	2.23	17.6	18.7
15	56	54.4187	-79	14	36.270	-3.76	1.56	-11.91	1.45	14.2	16.3
15	56	55.1707	-79	15	6.510	0.75	1.89	-11.53	1.78	16.7	18.0
15	56	56.5720	-79	14	5.190	-8.43	1.51	-13.07	1.45	17.8	19.7
15	57	2.3353	-79	14	46.410	-0.74	1.67	0.64	1.67	16.8	18.7
15	57	2.4547	-79	12	32.710	2.71	2.90	-3.40	2.79	17.6	19.8
15	57	2.4160	-79	13	9.400	5.42	2.17	-9.17	2.12	17.5	18.7
15	57	3.3727	-79	15	56.830	14.35	2.90	-3.25	2.79	15.7	17.7
15	57	5.2893	-79	12	31.890	-0.83	2.90	-18.28	2.79	16.3	17.9
15	57	7.5533	-79	14	45.170	-4.05	1.78	-13.69	1.78	16.0	17.7
15	57	7.9533	-79	14	2.920	2.55	1.67	-6.11	1.56	15.8	17.3
15	57	9.2080	-79	13	52.210	-1.40	1.73	1.07	1.67	17.6	19.0
15	57	10.5967	-79	15	7.400	13.71	2.17	-11.40	2.12	15.0	16.4
15	57	12.4733	-79	14	41.890	-11.29	1.89	-8.00	1.89	16.3	17.7
15	57	12.9553	-79	13	5.360	10.63	2.34	-3.39	2.23	12.3	13.8
15	57	17.4887	-79	12	25.220	-5.38	3.07	-8.09	2.90	16.3	18.0
15	57	19.1193	-79	13	47.830	5.08	2.01	1.58	1.89	17.6	18.8
15	57	19.0647	-79	15	7.800	7.74	2.45	-16.67	2.34	15.9	17.3
15	57	24.9227	-79	13	50.440	9.43	2.17	-17.24	2.12	17.0	18.3
15	57	27.2273	-79	15	43.940	-10.03	3.34	-13.82	3.23	16.3	17.7
15	57	31.0853	-79	13	58.140	-11.59	2.34	-19.36	2.23	17.6	19.0
15	57	35.3313	-79	13	33.080	-20.03	2.56	-3.34	2.45	17.6	19.3
15	57	38.2187	-79	14	36.580	-6.27	2.84	-8.40	2.79	17.6	18.8
15	57	45.7647	-79	13	5.260	4.16	3.12	-4.48	3.01	17.1	18.2
15	57	46.2833	-79	12	36.990	-13.35	3.40	-6.68	3.23	12.8	14.6
15	57	46.5980	-79	13	24.870	-12.14	3.07	-30.25	2.90	17.2	18.7
15	57	48.1953	-79	13	8.640	6.69	3.18	-8.49	3.07	16.6	17.9
15	57	50.0580	-79	13	24.340	14.03	3.18	-31.97	3.07	13.6	15.4
15	57	53.6520	-79	12	39.900	-4.27	3.62	-27.77	3.45	17.0	18.5
15	57	54.8193	-79	13	33.230	-8.72	3.34	-7.06	3.23	15.3	17.2
15	57	55.4760	-79	15	28.440	11.29	4.29	4.56	4.12	16.8	17.8

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
15	57	57.1920	-79	12	51.270	8.90	3.62	-32.49	3.45	15.0	16.6
15	57	57.2380	-79	13	2.630	-15.52	3.57	-33.20	3.45	16.7	18.2
15	57	59.1920	-79	12	27.270	-11.52	3.96	-28.06	3.79	14.4	16.6
16	25	35.4173	-25	27	14.600	-20.14	4.01	-17.54	2.54	16.4	18.0
16	25	35.8827	-25	27	42.010	-5.01	3.93	-9.32	2.46	16.4	18.1
16	25	36.1133	-25	29	14.270	-9.48	5.65	-43.16	3.52	15.1	17.1
16	25	36.8807	-25	27	30.550	-16.88	3.60	-11.42	2.21	15.0	17.3
16	25	37.6793	-25	28	33.680	-0.28	4.26	-9.64	2.62	13.8	16.2
16	25	39.2480	-25	26	37.770	-18.08	3.60	-19.29	2.21	15.3	18.0
16	25	39.6773	-25	27	12.990	-14.11	2.95	-10.05	1.88	16.8	18.7
16	25	39.8507	-25	26	31.890	-6.23	3.60	-6.90	2.29	13.3	16.8
16	25	46.0933	-25	25	35.650	-25.14	5.24	-34.90	3.28	16.7	18.6
16	25	46.2693	-25	29	5.450	-7.48	4.42	-15.18	2.79	16.5	19.0
16	25	48.0200	-25	29	4.650	-13.94	4.51	-15.47	2.83	16.6	18.5
16	25	48.3187	-25	29	27.740	6.56	5.24	-13.09	3.28	16.4	18.1
16	25	50.1367	-25	25	49.210	-9.01	5.41	-14.57	3.36	14.1	16.3
16	25	50.5040	-25	28	25.020	-12.97	4.01	-6.90	2.46	16.8	18.8
16	25	50.4640	-25	25	41.830	-7.11	5.73	-11.28	3.60	17.4	19.4
16	25	50.5873	-25	29	59.170	12.92	6.55	-21.63	4.10	17.1	19.3
16	25	55.9880	-25	28	22.120	-14.08	5.49	-12.55	3.44	17.2	19.7
18	19	8.9067	-63	44	23.930	4.58	4.04	-11.72	4.19	15.7	16.7
18	19	9.0707	-63	47	29.180	10.05	3.52	-11.70	3.63	16.6	17.9
18	19	10.7747	-63	46	32.050	-1.07	3.10	-6.62	3.21	14.7	16.4
18	19	11.7047	-63	44	42.920	7.05	3.55	-29.23	3.67	17.5	18.3
18	19	13.3227	-63	45	58.490	-12.02	2.87	-10.30	2.95	14.6	16.2
18	19	13.9947	-63	48	7.780	-5.86	3.44	-15.82	3.55	16.3	17.6
18	19	14.7360	-63	44	54.010	11.65	3.17	-27.12	3.29	16.6	17.8
18	19	15.3287	-63	46	4.490	-8.29	2.65	2.78	2.72	17.5	18.4
18	19	15.4453	-63	45	52.130	2.25	2.72	-12.03	2.80	16.9	17.7
18	19	15.7073	-63	47	36.990	-2.63	2.95	-14.60	3.06	16.7	17.9
18	19	16.0833	-63	46	30.360	18.62	2.57	-13.45	2.65	14.6	16.4
18	19	16.5500	-63	46	10.840	-2.09	2.53	-1.15	2.65	14.2	13.7
18	19	17.3973	-63	44	13.990	9.17	3.48	-1.73	3.59	17.3	18.8
18	19	17.8840	-63	48	49.820	8.40	3.70	-36.32	3.82	14.9	16.2
18	19	18.1560	-63	44	54.410	9.83	2.95	-15.10	3.02	16.0	17.6
18	19	20.2987	-63	48	16.280	-0.71	3.10	-5.57	3.21	16.0	17.2
18	19	21.8773	-63	47	14.460	7.56	2.30	-19.53	2.38	16.6	17.9
18	19	21.9787	-63	44	27.600	3.36	3.02	-3.73	3.10	16.6	18.2
18	19	22.8107	-63	47	58.400	0.13	2.72	-1.23	2.80	17.3	18.9
18	19	24.8033	-63	48	16.870	8.53	2.87	-3.72	2.99	16.0	17.0
18	19	25.5573	-63	45	54.820	2.89	1.93	1.16	1.97	17.1	18.3
18	19	25.4887	-63	46	6.380	11.36	1.85	0.01	1.93	16.8	17.9
18	19	26.0133	-63	47	20.510	20.54	2.12	-0.74	2.19	17.6	19.1
18	19	26.5053	-63	47	53.150	5.36	2.49	3.82	2.57	17.4	18.5
18	19	28.1160	-63	48	15.660	-8.77	2.80	-16.94	2.87	16.8	18.2
18	19	28.3020	-63	47	24.250	2.91	2.08	2.22	2.15	17.1	18.4
18	19	28.7793	-63	44	24.040	2.43	2.80	-0.81	2.95	15.7	17.3
18	19	28.6847	-63	48	49.390	1.89	3.33	-3.54	3.40	16.6	17.7
18	19	29.2853	-63	48	5.210	0.54	2.57	5.45	2.68	14.2	14.9
18	19	30.6927	-63	44	45.620	-21.41	2.46	6.73	2.57	12.4	14.4
18	19	31.3633	-63	47	39.030	-56.72	2.23	-36.39	2.30	13.7	15.4
18	19	31.1840	-63	47	9.130	-1.96	1.85	1.88	1.93	16.8	18.7
18	19	31.6840	-63	45	58.010	5.70	1.70	0.36	1.78	17.1	18.1
18	19	32.0967	-63	45	3.000	-1.66	2.23	-4.02	2.30	16.7	18.1

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
18	19	32.2433	-63	45	17.510	5.65	2.04	-10.63	2.08	15.7	16.9
18	19	33.8527	-63	46	47.750	5.69	1.70	-14.83	1.78	16.9	17.9
18	19	34.4007	-63	45	21.430	11.60	2.00	-6.39	2.08	16.7	18.1
18	19	36.2787	-63	43	47.350	4.44	3.40	-4.86	3.52	16.7	17.9
18	19	36.3867	-63	46	9.360	-4.68	1.70	3.65	1.78	16.5	17.9
18	19	36.9160	-63	45	15.620	-8.32	2.15	-1.23	2.19	17.1	18.4
18	19	36.8993	-63	48	2.970	-11.12	2.61	-15.20	2.72	16.7	17.7
18	19	37.0793	-63	46	50.320	-1.28	1.85	-6.95	1.85	15.6	17.0
18	19	37.3587	-63	46	11.960	1.33	1.78	-10.86	1.78	16.8	17.8
18	19	37.6527	-63	46	30.190	-8.72	1.78	-25.13	1.85	15.3	16.9
18	19	38.2000	-63	45	39.280	4.84	1.93	-2.91	2.00	17.0	18.5
18	19	38.5427	-63	46	23.000	11.70	1.78	14.49	1.85	13.7	14.7
18	19	38.7527	-63	47	23.200	67.53	2.19	-13.69	2.27	16.9	17.9
18	19	40.1553	-63	44	9.170	-35.49	3.17	21.28	3.25	15.1	16.5
18	19	40.2440	-63	44	25.970	-15.72	2.91	-4.82	3.02	12.8	14.9
18	19	40.7380	-63	45	45.040	-25.32	2.00	-31.69	2.08	13.4	15.2
18	19	42.1387	-63	46	54.090	3.44	2.15	6.06	2.19	17.5	18.5
18	19	42.6753	-63	47	59.250	-5.66	2.80	2.29	2.87	16.2	17.8
18	19	43.0413	-63	45	48.870	-14.22	2.15	-3.07	2.23	16.4	17.8
18	19	43.3327	-63	48	17.900	-24.15	3.10	41.55	3.17	16.1	18.0
18	19	43.8487	-63	47	34.550	-17.94	2.57	-6.09	2.65	14.7	16.6
18	19	44.2573	-63	46	47.120	-38.80	2.23	41.69	2.30	16.6	17.0
18	19	44.7907	-63	48	17.880	-1.23	3.17	-4.02	3.29	13.3	15.1
18	19	45.4740	-63	45	0.500	7.04	2.76	-15.61	2.87	17.5	18.5
18	19	45.9747	-63	44	27.440	-3.35	3.17	-8.20	3.33	16.6	18.0
18	19	48.8093	-63	45	34.820	-5.67	2.72	-11.04	2.83	16.3	17.4
18	19	49.6413	-63	44	55.380	1.40	3.14	-2.14	3.25	16.9	17.9
18	19	51.2787	-63	45	51.130	-0.02	2.87	-26.86	2.98	14.9	16.3
18	19	51.4753	-63	44	45.680	-2.83	3.40	-12.43	3.48	17.3	18.5
18	19	51.9767	-63	44	7.020	-2.86	3.85	-1.08	4.01	16.5	17.6
18	19	52.0967	-63	46	25.070	-5.63	2.95	7.04	3.02	17.3	18.5
18	19	52.3000	-63	44	34.930	4.35	3.55	-5.16	3.70	17.1	18.3
18	19	53.7980	-63	47	57.510	4.33	3.63	4.68	3.74	17.2	19.0
18	19	54.1773	-63	47	13.140	-0.18	3.33	2.42	3.40	15.7	17.0
18	19	55.0460	-63	48	37.490	8.23	4.19	-4.97	4.35	15.8	17.2
18	19	55.6493	-63	45	26.300	-61.63	3.48	146.24	3.55	14.2	15.7
18	19	55.7807	-63	49	1.370	4.05	4.57	-7.88	4.72	17.6	18.6
18	19	55.6493	-63	45	26.300	61.18	3.48	-145.87	3.55	14.2	15.7
18	36	54.7253	-71	9	42.830	-7.61	3.41	-20.72	3.46	15.5	17.0
18	36	54.8740	-71	8	12.340	-0.49	3.74	-4.07	3.73	17.1	17.8
18	36	56.1200	-71	9	59.540	6.55	3.52	-7.91	3.52	15.7	16.3
18	37	0.5820	-71	9	28.850	-10.73	2.92	6.88	2.92	16.7	17.3
18	37	1.7480	-71	8	48.370	0.57	2.81	-17.18	2.87	17.6	18.5
18	37	2.5987	-71	9	47.810	0.44	2.92	-7.78	2.98	15.9	16.6
18	37	4.2640	-71	10	31.800	-4.31	3.52	-13.35	3.52	16.5	17.5
18	37	4.7507	-71	8	3.640	10.89	3.09	-0.68	3.14	15.9	16.9
18	37	5.1933	-71	9	0.510	4.03	2.55	-2.28	2.54	17.0	17.8
18	37	5.4827	-71	9	49.850	-10.22	2.81	-16.67	2.81	16.5	18.0
18	37	9.0660	-71	8	59.980	3.86	2.27	-6.12	2.27	15.4	15.6
18	37	9.0913	-71	7	24.080	-8.36	3.63	-10.24	3.62	17.4	18.1
18	37	12.7300	-71	9	9.650	0.90	2.06	11.78	2.06	18.0	18.8
18	37	13.5040	-71	7	30.610	-2.28	3.30	-8.46	3.30	16.4	17.4
18	37	14.4413	-71	9	43.310	-4.66	2.27	-10.09	2.27	16.4	17.0
18	37	15.5347	-71	7	42.940	1.41	2.98	0.24	2.98	17.4	18.3

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
18	37	16.4613	-71	10	40.350	10.43	3.36	-2.82	3.35	17.6	18.2
18	37	17.3513	-71	7	28.240	0.54	3.20	-7.24	3.25	16.8	17.3
18	37	17.4667	-71	9	17.110	-6.88	1.89	-18.88	1.95	17.4	18.7
18	37	18.3840	-71	10	46.320	6.20	3.46	11.74	3.46	17.7	18.4
18	37	19.0413	-71	8	49.200	2.24	1.84	-21.31	1.84	17.6	19.2
18	37	22.8380	-71	8	26.840	13.30	1.95	-10.01	2.00	11.9	11.9
18	37	23.5813	-71	10	47.320	8.30	3.46	-7.49	3.52	17.1	18.0
18	37	24.0033	-71	8	55.810	26.21	1.79	-7.14	1.73	17.8	18.8
18	37	24.3620	-71	7	23.980	10.00	3.20	0.57	3.19	17.4	18.0
18	37	25.3327	-71	8	17.740	13.71	2.06	-5.45	2.11	16.3	17.0
18	37	26.6473	-71	8	58.740	7.44	1.79	-8.25	1.73	16.5	17.4
18	37	26.6240	-71	8	31.850	22.14	1.89	-2.02	1.95	18.0	18.7
18	37	27.8287	-71	10	3.650	13.18	2.54	10.37	2.60	18.1	19.2
18	37	29.3127	-71	8	3.140	22.61	2.38	-27.32	2.38	17.1	18.3
18	37	30.0653	-71	8	14.290	2.30	2.17	-5.51	2.16	17.2	18.1
18	37	33.0960	-71	9	11.220	2.39	2.00	-8.05	1.95	15.7	16.5
18	37	33.5693	-71	10	35.960	7.22	3.41	3.41	3.46	14.2	15.7
18	37	34.6407	-71	9	51.580	78.66	2.54	19.00	2.60	15.8	16.6
18	37	36.9447	-71	7	33.710	7.14	3.09	-13.39	3.08	17.2	18.4
18	37	39.4020	-71	10	45.310	6.85	3.84	-23.44	3.89	17.1	17.8
18	37	39.5907	-71	10	18.660	-11.72	3.30	-4.77	3.35	17.5	18.7
18	37	40.3827	-71	7	55.460	10.34	2.81	-8.73	2.81	16.9	18.3
18	37	41.9553	-71	9	11.430	-7.29	2.49	-10.60	2.49	18.1	18.9
18	37	43.0300	-71	9	31.410	-18.99	2.71	-17.47	2.70	18.1	19.2
18	37	48.5980	-71	8	15.950	-4.00	3.03	-5.14	3.03	16.7	17.7
18	37	50.8093	-71	7	39.040	-10.93	3.63	-16.16	3.62	17.4	18.5
18	37	51.7133	-71	7	33.490	-5.63	3.74	4.60	3.73	17.9	18.8
18	37	51.7107	-71	8	39.080	-6.09	3.14	-3.63	3.14	15.9	16.6
18	37	52.1960	-71	7	45.840	-22.96	3.63	2.30	3.62	15.0	15.2
18	37	55.0840	-71	9	59.290	-6.23	3.95	-17.40	4.00	16.9	17.8
18	37	55.4493	-71	7	53.770	-0.52	3.74	-11.08	3.73	12.7	13.8
18	37	55.5187	-71	10	17.790	4.88	4.28	-4.74	4.33	17.1	17.8
18	38	1.2207	-71	7	53.860	44.19	4.12	-31.37	4.16	17.3	17.8
18	38	1.6913	-71	8	32.980	4.59	3.95	-0.72	3.95	17.7	18.5
18	38	2.0693	-71	7	30.290	16.28	4.88	21.33	4.93	17.5	18.4
19	10	57.9127	-20	5	53.580	21.61	4.12	65.43	7.13	16.0	16.6
19	10	57.8793	-20	4	37.290	3.73	5.84	3.05	10.09	13.2	14.3
19	10	58.0040	-20	6	44.590	-23.57	3.57	70.40	6.21	14.4	15.3
19	10	58.1393	-20	7	14.300	4.13	3.63	-11.01	6.27	15.7	17.0
19	10	58.3260	-20	5	38.590	16.44	4.30	12.39	7.44	16.9	17.4
19	10	58.4873	-20	6	13.500	-1.83	3.69	-22.43	6.40	17.3	18.0
19	10	59.1973	-20	7	45.260	-4.11	3.75	-18.29	6.58	16.5	17.8
19	10	59.6553	-20	6	6.990	-10.53	3.57	-22.81	6.09	14.4	15.4
19	10	59.6893	-20	8	7.650	1.08	4.12	-11.25	7.19	12.4	15.0
19	11	0.0980	-20	8	24.720	28.41	4.49	18.23	7.68	15.8	16.7
19	11	0.3147	-20	7	40.850	-6.67	3.56	-29.09	6.08	16.8	18.1
19	11	0.3107	-20	6	27.700	0.35	3.13	-11.08	5.47	15.3	16.0
19	11	0.3467	-20	5	27.140	-12.36	4.12	-30.55	7.01	15.9	16.0
19	11	0.9880	-20	7	12.670	-23.07	3.07	3.66	5.29	16.3	16.6
19	11	0.9513	-20	5	53.100	-16.95	3.44	3.33	5.96	12.9	14.9
19	11	1.0293	-20	7	57.390	-6.99	3.81	-41.79	6.58	13.2	15.1
19	11	1.2873	-20	7	40.940	15.01	3.44	-30.32	5.96	16.5	17.1
19	11	1.3047	-20	6	29.230	15.36	2.95	0.63	5.04	15.3	16.1
19	11	2.8253	-20	6	12.110	-2.86	2.83	6.41	4.80	15.5	16.5

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
19	11	2.9060	-20	6	31.190	11.08	2.64	-58.89	4.55	14.1	15.6
19	11	3.3153	-20	8	13.030	470.34	4.00	-128.14	6.95	16.9	18.0
19	11	4.2213	-20	7	39.670	1.01	3.13	-11.66	5.41	16.6	17.4
19	11	4.3173	-20	6	42.860	8.18	2.40	-20.90	4.12	17.0	18.0
19	11	4.4693	-20	5	30.820	20.69	3.26	-3.69	5.66	15.3	16.0
19	11	4.5200	-20	7	48.600	1.86	3.32	38.00	5.72	16.9	17.8
19	11	4.5313	-20	8	7.270	2.48	3.81	-17.21	6.58	13.7	15.6
19	11	5.2940	-20	7	10.840	-49.28	2.58	-102.65	4.36	16.4	15.9
19	11	6.0373	-20	5	26.890	-2.67	3.20	-15.40	5.47	15.1	16.2
19	11	6.3980	-20	5	48.210	-176.01	2.71	11.57	4.61	15.2	15.9
19	11	6.2813	-20	4	49.620	59.44	4.12	-0.61	7.13	16.0	16.5
19	11	8.2467	-20	7	25.920	-17.17	2.83	-26.49	4.86	14.8	15.8
19	11	8.2253	-20	6	43.550	22.17	2.15	-6.44	3.75	16.5	17.9
19	11	8.5187	-20	7	40.280	-15.78	0.88	-33.46	1.53	14.3	15.9
19	11	8.6740	-20	7	36.200	13.05	3.07	85.40	5.29	15.1	15.9
19	11	9.2607	-20	5	51.400	-75.61	2.46	-59.05	4.24	14.9	15.8
19	11	9.2627	-20	7	35.010	4.31	0.86	-14.89	1.47	14.4	15.5
19	11	9.4647	-20	5	26.410	0.55	2.95	-16.45	5.10	16.6	17.9
19	11	10.2300	-20	7	49.000	-4.31	3.56	-2.90	6.15	15.2	16.8
19	11	10.9660	-20	6	33.580	-5.10	2.27	-17.48	3.94	16.7	18.0
19	11	11.0700	-20	4	34.190	-4.79	4.30	-12.37	7.38	16.6	17.8
19	11	11.3920	-20	4	50.120	1.93	3.88	-13.12	6.64	16.4	17.1
19	11	11.6380	-20	7	59.750	7.91	4.00	-7.76	6.95	16.1	17.0
19	11	13.1393	-20	7	50.710	12.94	1.10	-12.98	1.89	14.8	16.0
19	11	13.5667	-20	6	29.420	-0.70	2.64	11.99	4.55	16.7	17.7
19	11	14.1947	-20	6	26.440	9.11	2.77	9.84	4.74	15.3	16.7
19	11	14.3593	-20	5	2.270	-143.61	3.75	208.55	6.46	14.3	15.5
19	11	14.2360	-20	5	40.280	-8.80	2.95	-11.31	5.10	16.8	17.7
19	11	14.4320	-20	5	2.680	9.19	1.01	-42.86	1.74	14.1	16.0
19	11	14.8547	-20	4	40.390	-56.93	4.30	0.89	7.38	14.7	15.1
19	11	15.0580	-20	6	4.380	-0.49	2.95	31.16	4.98	11.5	13.6
19	11	15.2160	-20	5	41.930	138.49	3.20	32.99	5.41	16.2	16.5
19	11	15.7927	-20	8	12.220	-5.62	5.04	14.23	8.67	15.7	16.7
19	11	15.8520	-20	4	59.660	-3.32	3.94	-12.64	6.76	16.6	17.6
19	11	16.2407	-20	4	35.960	6.19	4.49	35.59	7.75	16.8	17.7
19	11	16.5953	-20	7	19.990	-2.04	3.94	-69.31	6.82	16.2	17.0
19	11	16.5680	-20	5	53.920	-1.62	3.32	-23.21	5.60	15.8	16.8
19	11	17.7340	-20	5	25.530	1.78	3.75	-13.82	6.46	16.7	17.5
19	11	18.0640	-20	4	40.550	-2.49	4.61	-5.19	7.87	13.5	14.3
19	11	18.2893	-20	6	35.400	0.14	3.69	-9.88	6.40	16.1	17.0
19	11	18.3007	-20	6	55.550	-11.81	3.94	-43.29	6.82	13.4	14.7
19	11	18.3980	-20	5	35.570	-4.84	3.81	-16.51	6.52	15.1	16.8
19	11	19.2347	-20	4	44.980	-0.99	4.67	-30.43	7.99	16.4	17.4
19	11	19.8507	-20	5	32.140	-187.27	4.06	-166.56	7.01	14.4	15.1
19	11	20.4647	-20	7	27.000	15.97	4.98	-2.89	8.61	16.5	17.4
19	11	20.7660	-20	5	12.020	14.22	4.49	31.43	7.75	14.4	15.0
19	11	21.7860	-20	6	2.580	-0.49	4.49	-21.41	7.69	14.9	15.5
19	29	41.9840	-60	54	44.600	7.18	3.66	-0.39	3.58	18.0	19.1
19	29	42.5380	-60	57	38.870	13.43	3.05	-10.44	2.93	17.6	18.3
19	29	45.2193	-60	58	6.680	-0.41	2.97	-4.33	2.93	17.4	18.1
19	29	47.2140	-60	58	40.960	7.21	3.23	-14.20	3.10	15.5	16.8
19	29	47.2607	-60	56	2.770	-1.76	2.53	-10.18	2.44	18.1	19.7
19	29	47.8693	-60	57	47.170	-7.42	2.62	-14.02	2.58	15.6	16.4
19	29	48.1807	-60	58	41.280	6.72	3.14	-17.79	3.10	18.2	19.6

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
19	29	48.3693	-60	54	5.420	-25.84	3.58	-23.01	3.49	15.4	16.6
19	29	48.7947	-60	55	33.390	1.17	2.53	-24.09	2.49	18.2	19.6
19	29	49.1053	-60	58	36.890	2.65	3.05	-12.12	2.97	18.0	18.8
19	29	49.7213	-60	56	24.770	-6.66	2.18	-12.26	2.14	18.2	19.8
19	29	50.7233	-60	54	15.180	5.69	3.32	-4.88	3.19	17.8	18.5
19	29	50.8867	-60	57	42.820	12.33	2.36	2.52	2.32	17.6	18.7
19	29	51.6420	-60	54	56.840	10.40	2.71	-2.59	2.62	18.1	19.4
19	29	52.1980	-60	55	36.440	1.97	2.27	-19.66	2.18	18.2	20.0
19	29	52.4573	-60	58	26.240	3.66	2.79	-25.93	2.66	18.2	19.5
19	29	52.8453	-60	57	52.800	2.33	2.36	-3.71	2.27	18.2	19.5
19	29	53.6560	-60	57	29.850	-4.86	2.09	-0.46	2.01	18.2	19.8
19	29	54.2073	-60	58	6.320	4.80	2.44	-9.63	2.36	18.2	19.5
19	29	54.4693	-60	56	38.790	4.45	1.83	-4.18	1.75	17.7	18.3
19	29	54.8627	-60	56	22.130	15.26	1.75	-8.35	1.75	18.2	19.9
19	29	55.1407	-60	55	2.990	8.00	2.36	-7.98	2.32	18.2	19.5
19	29	55.0160	-60	55	21.810	8.47	2.18	20.86	2.10	11.8	12.3
19	29	55.7500	-60	58	38.410	6.68	2.79	-4.62	2.75	16.6	17.3
19	29	55.9020	-60	54	52.700	20.10	2.44	8.93	2.40	16.8	18.3
19	29	55.9760	-60	54	59.440	8.81	2.36	-25.95	2.27	17.3	18.2
19	29	56.5667	-60	56	50.120	7.77	1.66	-12.83	1.66	18.1	19.1
19	29	57.2220	-60	54	38.720	7.66	2.53	-14.32	2.49	17.1	18.4
19	29	57.3920	-60	54	30.080	-4.80	2.71	-13.81	2.58	18.1	19.2
19	29	58.2060	-60	54	28.430	6.25	2.71	14.01	2.58	18.2	19.5
19	29	58.5593	-60	57	23.700	4.35	1.83	-2.52	1.75	17.1	18.3
19	29	59.7413	-60	55	16.900	9.66	2.01	2.88	1.92	13.1	15.1
19	30	0.6607	-60	57	30.930	3.73	1.83	-6.10	1.83	17.6	18.2
19	30	1.3713	-60	57	35.400	-5.46	1.92	-3.34	1.83	18.0	19.9
19	30	2.1360	-60	57	33.110	-12.12	1.92	-9.16	1.83	17.9	18.5
19	30	2.6553	-60	54	59.780	12.40	2.09	-8.19	2.01	18.1	19.8
19	30	2.9747	-60	56	8.520	1.85	1.48	-15.27	1.44	17.8	18.3
19	30	3.1007	-60	56	36.240	22.24	1.48	-8.61	1.40	17.8	19.2
19	30	4.7027	-60	56	21.440	-1.19	1.48	-12.37	1.40	18.0	19.8
19	30	6.6627	-60	58	18.360	-17.96	2.53	-1.33	2.49	17.7	20.0
19	30	7.1827	-60	54	47.230	13.29	2.27	-21.58	2.18	18.1	20.3
19	30	8.3040	-60	55	31.250	-2.67	1.83	-3.63	1.75	18.2	19.8
19	30	8.3120	-60	55	48.780	-17.74	1.66	-2.00	1.61	17.4	18.2
19	30	8.7340	-60	55	16.280	-1.05	1.92	-9.09	1.92	17.6	18.3
19	30	8.6560	-60	56	43.850	5.03	1.66	5.21	1.61	18.2	19.6
19	30	10.6293	-60	56	21.750	-1.42	1.75	-5.45	1.66	18.0	18.6
19	30	11.5767	-60	54	57.820	8.78	2.27	-1.46	2.18	18.0	18.5
19	30	13.1007	-60	58	53.640	12.45	3.40	-13.83	3.32	18.2	20.0
19	30	13.0160	-60	57	2.410	12.37	2.09	-7.33	2.01	17.7	19.0
19	30	13.3260	-60	54	48.690	3.37	2.44	-12.39	2.36	18.2	20.1
19	30	14.0667	-60	57	46.390	0.91	2.53	-4.49	2.49	18.0	18.7
19	30	13.9713	-60	54	7.960	-0.42	2.97	-0.83	2.84	12.3	13.7
19	30	14.6293	-60	54	0.460	32.55	3.05	2.63	3.01	17.9	18.9
19	30	14.7127	-60	57	3.480	16.32	2.18	-3.42	2.18	16.6	18.3
19	30	15.1693	-60	55	45.950	7.26	2.09	-8.55	2.05	17.8	18.4
19	30	16.3927	-60	54	45.910	-5.63	2.62	-12.63	2.58	18.0	19.2
19	30	16.7767	-60	55	16.770	3.41	2.36	-5.80	2.32	17.2	18.8
19	30	18.1520	-60	54	14.020	8.66	3.05	-19.44	3.01	17.9	18.6
19	30	18.0880	-60	56	27.450	1.99	2.36	-18.15	2.27	18.0	18.8
19	30	18.4147	-60	54	46.810	0.42	2.79	-15.70	2.66	18.2	19.8
19	30	20.3273	-60	55	33.440	3.71	2.62	-16.46	2.53	16.6	17.2

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
19	30	20.8673	-60	57	55.910	18.87	3.23	-5.95	3.19	15.9	17.0
19	30	21.9033	-60	57	47.030	-0.05	3.23	-4.65	3.19	18.1	19.0
19	30	22.3947	-60	55	59.700	10.30	2.79	-52.05	2.66	14.2	15.4
19	30	22.6160	-60	55	55.890	104.27	2.79	83.58	2.75	17.9	19.5
19	30	23.0973	-60	55	42.000	10.56	2.88	-7.65	2.75	15.8	16.7
19	30	24.1020	-60	58	17.670	6.03	3.84	-7.73	3.67	18.1	20.0
19	30	24.8300	-60	55	43.270	-15.23	3.05	-15.04	2.93	17.8	20.1
19	30	24.6993	-60	57	13.440	17.51	3.23	-8.95	3.19	17.1	18.8
19	57	41.3720	-38	45	19.240	-2.65	2.33	7.57	2.89	15.9	16.5
19	57	41.5133	-38	43	16.590	-1.17	2.82	-15.93	3.42	16.8	17.8
19	57	41.5660	-38	44	8.050	-1.56	2.50	-8.74	3.07	17.7	19.2
19	57	42.0093	-38	47	16.280	1.76	2.61	-7.68	3.24	17.7	18.3
19	57	42.5453	-38	47	49.780	-41.96	2.82	43.86	3.46	15.1	18.1
19	57	42.4747	-38	47	58.250	-11.89	2.89	-26.88	3.53	16.0	18.8
19	57	42.6867	-38	43	3.230	4.17	2.75	-10.73	3.39	14.2	15.6
19	57	43.4733	-38	47	27.970	1.87	2.54	-4.93	3.14	17.3	18.4
19	57	44.0247	-38	42	52.070	4.73	2.75	9.02	3.35	15.8	16.0
19	57	45.2793	-38	48	5.650	-4.58	2.68	-19.67	3.31	17.7	19.4
19	57	45.8527	-38	45	15.670	14.54	1.76	10.29	2.22	10.0	11.7
19	57	46.5513	-38	48	6.640	7.04	2.61	-13.73	3.21	17.1	17.6
19	57	47.1460	-38	44	27.600	-43.29	1.76	10.64	2.22	17.3	17.5
19	57	48.6347	-38	47	17.660	5.77	2.04	-10.10	2.50	17.0	17.7
19	57	48.8547	-38	43	25.310	9.27	2.04	-10.36	2.50	17.9	18.6
19	57	48.8927	-38	47	34.370	6.81	2.19	-10.60	2.64	17.0	18.1
19	57	49.1813	-38	48	3.840	9.57	2.40	2.80	2.96	17.0	17.4
19	57	49.8487	-38	44	12.690	-7.81	1.62	-27.22	2.01	14.0	15.0
19	57	50.2473	-38	44	5.910	19.71	1.62	11.80	2.01	17.0	17.5
19	57	50.4847	-38	44	52.220	6.46	1.41	-0.11	1.69	15.8	15.5
19	57	50.6280	-38	46	5.750	-8.49	1.41	-2.24	1.73	16.3	16.8
19	57	50.8107	-38	44	38.320	2.08	1.41	-1.91	1.73	16.2	17.1
19	57	51.0267	-38	46	8.200	30.81	1.41	-24.25	1.73	18.0	18.2
19	57	51.5080	-38	45	4.470	3.23	1.27	-9.76	1.59	15.1	16.3
19	57	51.8833	-38	45	26.650	10.96	1.27	-1.59	1.52	16.6	17.2
19	57	51.9693	-38	45	59.740	-1.49	1.34	-10.95	1.59	18.0	19.1
19	57	52.1300	-38	47	20.470	3.56	1.90	-6.66	2.29	17.0	18.5
19	57	52.8113	-38	43	8.580	40.57	2.04	-0.49	2.50	17.0	18.6
19	57	53.6760	-38	44	5.350	11.27	1.48	1.59	1.83	16.0	16.7
19	57	53.8380	-38	42	58.970	4.09	2.12	-21.16	2.57	17.2	17.8
19	57	54.2507	-38	43	59.960	2.55	1.55	-11.54	1.87	16.9	17.5
19	57	54.3873	-38	43	31.210	3.90	1.76	-11.50	2.15	18.0	19.2
19	57	55.2073	-38	44	34.780	-7.06	1.27	-10.66	1.59	15.9	17.5
19	57	55.2347	-38	44	51.530	0.22	1.20	2.75	1.48	17.3	17.9
19	57	55.1833	-38	43	46.650	13.53	1.62	-5.63	2.01	15.5	16.1
19	57	55.3993	-38	47	47.150	16.55	2.12	8.71	2.57	13.7	14.6
19	57	56.4700	-38	45	39.580	0.19	1.20	-0.81	1.45	17.6	18.5
19	57	56.7400	-38	45	19.400	-4.15	1.20	-1.27	1.45	17.9	19.2
19	57	56.7693	-38	42	56.570	4.36	2.12	-5.54	2.61	17.4	18.0
19	57	57.4987	-38	48	4.160	-1.52	2.33	-9.29	2.82	17.9	18.5
19	57	57.5600	-38	45	48.500	6.34	1.27	-11.11	1.52	16.7	17.0
19	57	57.6980	-38	45	11.980	-4.44	1.20	-2.50	1.52	15.7	16.1
19	57	58.0127	-38	42	57.440	-120.17	2.19	250.60	2.71	13.0	14.4
19	57	58.0393	-38	47	39.830	7.61	2.08	-13.00	2.57	16.2	16.8
19	57	58.4433	-38	43	47.680	5.33	1.69	-5.72	2.08	16.3	17.3
19	57	58.4453	-38	45	36.110	4.05	1.27	-15.62	1.59	17.9	19.6

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
19	57	59.3093	-38	43	39.910	10.37	1.83	-7.69	2.22	17.0	17.5
19	57	59.6600	-38	44	11.750	-4.48	1.62	-5.90	1.94	17.3	17.9
19	58	0.3893	-38	43	36.060	-5.22	1.90	-36.78	2.36	17.4	18.6
19	58	0.4880	-38	44	51.800	18.03	1.48	-19.33	1.80	17.9	18.4
19	58	0.9060	-38	45	54.700	-0.51	1.48	-7.51	1.87	17.7	18.4
19	58	1.6560	-38	45	39.310	-5.34	1.55	-7.33	1.87	17.0	17.7
19	58	2.0573	-38	47	7.780	5.94	2.04	-43.48	2.50	16.5	18.5
19	58	2.1647	-38	45	54.520	4.24	1.62	-14.02	2.01	17.6	18.4
19	58	2.3333	-38	47	5.070	25.94	2.04	9.37	2.50	15.7	16.7
19	58	2.7733	-38	43	3.170	4.17	2.36	25.81	2.89	15.7	16.3
19	58	3.6693	-38	42	48.920	3.88	2.54	-8.72	3.10	18.0	19.1
19	58	5.3873	-38	46	8.690	2.53	2.04	4.59	2.50	17.0	17.5
19	58	5.8373	-38	47	19.700	33.41	2.47	0.64	3.03	14.4	15.8
19	58	6.2653	-38	44	46.970	-5.70	2.12	-3.58	2.57	18.0	19.1
19	58	6.8513	-38	47	37.740	6.59	2.68	-16.48	3.31	17.8	19.2
19	58	7.0593	-38	44	47.050	3.38	2.19	-1.41	2.71	16.4	16.9
19	58	7.4360	-38	43	29.410	2.88	2.61	-10.01	3.17	17.8	17.3
19	58	7.5773	-38	46	55.790	0.01	2.50	-1.15	3.07	17.3	17.9
19	58	7.5453	-38	46	0.760	8.48	2.26	-0.06	2.79	16.8	17.3
19	58	7.5873	-38	46	26.970	4.35	2.36	-4.40	2.89	18.0	18.5
20	3	6.4407	-32	50	37.180	-2.47	2.83	-4.88	2.74	16.7	17.8
20	3	6.5613	-32	49	38.130	-2.48	2.99	-11.07	2.91	16.7	18.4
20	3	7.2747	-32	53	25.120	-431.48	3.23	247.00	3.15	14.6	13.4
20	3	7.4660	-32	50	1.010	-7.83	2.74	-17.34	2.66	17.6	19.6
20	3	7.6873	-32	52	37.530	-9.17	2.74	-5.90	2.66	17.9	19.2
20	3	7.9027	-32	49	54.910	0.84	2.74	-0.62	2.66	17.9	19.8
20	3	8.1280	-32	54	17.100	-14.00	3.47	-6.14	3.39	17.6	18.4
20	3	8.4040	-32	53	12.510	-140.29	2.91	43.73	2.83	16.5	17.0
20	3	8.8073	-32	50	39.390	-1.43	2.42	-0.76	2.34	17.4	18.3
20	3	9.4467	-32	52	34.670	1.21	2.50	-11.32	2.42	16.8	18.2
20	3	9.5087	-32	50	44.910	14.78	2.34	-21.82	2.26	16.9	18.1
20	3	10.2947	-32	52	23.730	-86.07	2.34	-71.94	2.26	14.3	15.4
20	3	10.9173	-32	49	29.700	11.11	2.58	-3.19	2.50	17.9	19.6
20	3	11.5027	-32	49	50.020	0.04	2.34	1.40	2.34	16.1	16.7
20	3	11.6447	-32	50	46.510	-8.28	2.02	-40.94	2.02	14.4	15.7
20	3	11.8227	-32	50	21.950	4.85	2.10	-3.78	2.10	18.0	19.2
20	3	11.9253	-32	51	37.000	1.04	1.94	-11.39	1.86	15.0	15.6
20	3	12.2787	-32	53	1.830	9.33	2.26	7.48	2.18	13.6	14.8
20	3	13.2487	-32	52	40.570	-1.97	2.02	5.54	1.94	17.8	19.1
20	3	13.3360	-32	51	51.710	6.12	1.78	-24.74	1.70	16.6	17.0
20	3	13.8427	-32	53	13.680	3.11	2.18	-12.54	2.10	17.1	17.8
20	3	13.8667	-32	52	34.860	2.76	1.86	-9.42	1.86	17.8	19.6
20	3	14.3920	-32	52	52.500	4.65	1.94	-14.32	1.86	17.9	18.9
20	3	14.6213	-32	49	43.580	9.29	2.18	-8.19	2.10	17.0	17.7
20	3	14.8427	-32	52	23.390	17.49	1.70	2.40	1.61	17.5	18.8
20	3	14.9327	-32	51	6.400	-1.08	1.61	-3.69	1.53	17.6	18.4
20	3	15.8573	-32	50	20.570	-0.98	1.78	-29.74	1.70	17.8	18.4
20	3	16.1440	-32	54	48.220	15.58	2.91	-6.78	2.83	17.8	19.7
20	3	16.5420	-32	53	22.470	3.81	2.02	-1.68	1.94	17.4	17.9
20	3	17.0020	-32	50	4.480	14.72	1.86	-4.63	1.78	17.5	18.2
20	3	17.3087	-32	52	47.990	2.94	1.61	-3.58	1.61	12.9	14.3
20	3	17.3200	-32	50	12.620	14.67	1.78	3.65	1.70	17.8	18.3
20	3	17.3020	-32	49	49.680	7.02	2.02	-14.68	1.94	14.4	15.7
20	3	17.9020	-32	49	35.890	-3.72	2.10	-5.44	2.02	17.8	18.6

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	''	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
20	3	19.2153	-32	51	59.720	-0.61	1.21	0.11	1.21	17.7	19.1
20	3	19.5053	-32	49	52.330	-3.32	1.94	-11.19	1.86	17.9	18.9
20	3	19.5840	-32	53	26.910	17.40	1.86	-7.49	1.78	17.9	19.2
20	3	19.7327	-32	53	52.160	-0.18	2.10	-5.59	2.02	18.0	19.6
20	3	19.7767	-32	49	37.320	-11.48	2.10	-18.62	2.02	17.7	17.3
20	3	19.8593	-32	50	3.760	-6.68	1.86	-3.82	1.78	14.7	15.9
20	3	20.0413	-32	50	16.250	22.15	1.70	3.38	1.70	18.0	19.2
20	3	20.2293	-32	53	23.380	8.32	1.78	-9.66	1.70	15.7	16.8
20	3	20.8340	-32	49	55.390	3.88	1.94	-8.50	1.86	18.0	19.6
20	3	21.1680	-32	51	18.950	-7.18	1.29	-8.40	1.21	17.9	18.7
20	3	21.3593	-32	49	57.690	2.11	1.94	13.65	1.86	18.0	19.4
20	3	21.4460	-32	53	33.200	-2.75	1.86	-24.32	1.78	17.9	20.0
20	3	21.7600	-32	50	5.410	-4.74	1.86	2.81	1.78	17.8	18.5
20	3	21.7453	-32	51	48.060	-0.55	1.21	-1.54	1.21	15.9	17.0
20	3	22.1220	-32	50	44.740	-3.25	1.53	-19.78	1.45	15.3	16.6
20	3	22.2627	-32	54	21.740	7.71	2.42	-8.77	2.34	17.8	19.1
20	3	23.0260	-32	52	26.410	-118.59	1.37	257.93	1.29	12.9	14.2
20	3	23.1760	-32	54	24.100	5.54	2.42	-6.94	2.34	18.0	19.8
20	3	23.5767	-32	50	56.890	-1.98	1.53	-5.21	1.45	17.0	18.0
20	3	23.7967	-32	53	9.650	1.01	1.70	-14.05	1.61	12.9	13.7
20	3	23.9060	-32	53	38.200	4.22	1.94	-8.61	1.86	17.2	18.0
20	3	23.8767	-32	49	59.040	2.57	2.02	-2.04	2.02	17.7	19.5
20	3	24.3827	-32	52	52.620	9.35	1.61	-5.03	1.53	16.8	17.5
20	3	24.4353	-32	53	26.450	-3.61	1.86	-2.16	1.78	17.9	19.9
20	3	24.6480	-32	50	34.440	16.05	1.78	-4.64	1.78	16.1	16.7
20	3	24.8380	-32	53	30.470	12.43	1.94	-5.59	1.86	17.7	18.5
20	3	25.0987	-32	52	35.650	9.91	1.53	-3.44	1.53	17.7	18.9
20	3	25.1627	-32	51	7.460	1.79	1.61	-7.65	1.53	16.7	17.2
20	3	25.5387	-32	53	2.980	-13.83	1.70	4.22	1.70	18.0	19.0
20	3	25.5773	-32	53	56.470	1.99	2.18	-2.66	2.10	18.0	19.5
20	3	25.7293	-32	54	20.800	-6.28	2.42	-12.01	2.34	16.4	17.0
20	3	25.8307	-32	51	8.580	2.36	1.70	-6.51	1.61	17.8	18.8
20	3	25.9040	-32	50	17.370	-6.10	2.10	1.68	2.02	17.0	18.1
20	3	26.0853	-32	53	21.280	-14.57	1.94	-0.90	1.86	16.4	17.0
20	3	26.4227	-32	52	10.530	-1.63	1.61	-9.61	1.53	16.9	17.6
20	3	26.5173	-32	52	42.020	11.74	1.70	-17.47	1.70	17.2	17.8
20	3	27.2833	-32	49	33.150	9.08	2.66	-3.52	2.58	18.0	19.9
20	3	27.4373	-32	53	29.140	12.15	2.10	-11.29	2.02	16.6	17.2
20	3	27.5600	-32	50	27.790	-6.73	2.18	-5.66	2.10	17.0	18.3
20	3	27.6327	-32	50	7.820	16.68	2.34	-14.64	2.26	17.7	19.3
20	3	27.7980	-32	54	32.260	-4.22	2.66	-7.66	2.58	17.9	19.3
20	3	27.8827	-32	51	50.280	-5.56	1.78	-5.22	1.78	15.5	16.6
20	3	28.0120	-32	53	50.990	-9.25	2.26	-4.77	2.26	18.0	19.2
20	3	28.0340	-32	52	35.190	-4.24	1.86	-13.25	1.78	17.5	18.4
20	3	28.1747	-32	53	22.600	-42.02	2.10	-20.82	2.02	15.3	16.6
20	3	28.7573	-32	51	59.020	1.63	1.94	-4.02	1.86	17.4	17.9
20	3	28.8673	-32	50	50.400	3.16	2.18	-15.41	2.10	17.4	18.3
20	3	29.0013	-32	50	21.990	-4.84	2.42	-21.13	2.34	18.0	19.5
20	3	29.2907	-32	51	10.180	2.14	2.10	-218.23	2.02	13.6	14.4
20	3	29.3327	-32	52	17.590	12.42	2.02	-6.29	1.94	17.9	20.1
20	3	29.4760	-32	52	25.490	11.40	2.02	-31.40	1.94	16.7	18.3
20	3	30.1500	-32	51	8.270	3.90	2.26	-5.12	2.18	17.9	19.8
20	3	30.3980	-32	49	39.870	30.21	2.91	7.34	2.83	17.9	19.3
20	3	30.4160	-32	52	50.140	2.56	2.18	-8.27	2.10	17.9	18.9

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
20	3	30.4867	-32	50	40.470	3.16	2.42	-12.32	2.42	18.0	19.3
20	3	30.5967	-32	52	5.490	-1.68	2.18	-0.75	2.10	17.5	18.4
20	3	30.7193	-32	50	53.450	6.53	2.42	-1.42	2.34	15.2	16.3
20	11	7.5667	-15	47	58.350	-1.01	2.37	-10.46	2.40	17.8	19.4
20	11	11.1800	-15	47	30.800	-3.36	1.69	-10.60	1.72	17.7	18.2
20	11	11.4893	-15	45	47.660	-5.89	2.06	-18.42	2.10	17.3	18.0
20	11	12.1660	-15	45	47.210	-8.27	1.99	-12.37	2.03	17.5	18.4
20	11	13.8947	-15	45	40.540	1.63	1.93	-11.65	1.99	16.8	18.2
20	11	15.1693	-15	46	42.960	-6.84	1.18	-10.22	1.22	14.9	16.2
20	11	18.7100	-15	46	26.850	6.96	1.22	-1.51	1.25	15.8	17.1
20	11	21.4853	-15	48	20.080	-8.14	2.54	-22.47	2.60	15.6	17.7
20	11	24.6613	-15	48	8.980	4.67	2.67	-5.67	2.71	15.8	16.8
20	56	1.5207	-47	13	58.740	3.67	3.16	-11.87	2.51	17.7	17.7
20	56	3.9200	-47	15	29.790	7.72	2.69	-1.66	2.14	17.5	17.3
20	56	4.5980	-47	12	29.100	32.68	3.34	-1.07	2.60	17.2	17.9
20	56	9.2687	-47	16	36.220	9.07	2.42	-7.80	1.86	17.5	17.9
20	56	14.2907	-47	15	11.060	7.05	1.58	-7.38	1.21	17.9	17.8
20	56	15.5320	-47	15	25.200	11.72	1.49	4.90	1.21	13.5	12.1
20	56	16.6933	-47	16	37.720	8.13	1.95	-8.72	1.49	17.7	18.1
20	56	17.0060	-47	14	26.490	-8.81	1.49	12.01	1.21	18.0	18.5
20	56	17.0893	-47	12	18.780	25.24	2.60	-6.34	2.04	15.2	15.8
20	56	17.5160	-47	15	0.880	7.60	1.39	-21.57	1.11	18.0	18.6
20	56	18.1360	-47	17	1.350	10.58	2.14	-12.28	1.67	16.0	15.2
20	56	19.2340	-47	12	47.780	1.08	2.23	-6.62	1.77	15.6	16.4
20	56	21.9407	-47	12	39.820	10.10	2.32	-8.39	1.86	17.2	18.0
20	56	22.8200	-47	12	47.820	3.60	2.32	-6.69	1.86	15.3	15.9
20	56	25.9273	-47	14	44.680	4.65	1.86	-10.67	1.39	18.0	18.3
20	56	29.5180	-47	17	20.440	0.82	2.97	-6.92	2.32	17.0	16.7
20	56	30.0833	-47	12	18.330	11.62	3.07	-7.41	2.42	14.4	15.0
20	56	30.6940	-47	17	19.300	7.51	3.07	-5.87	2.42	17.0	16.3
21	4	51.0173	-78	24	54.360	48.93	4.09	34.81	4.23	17.4	20.4
21	4	55.5020	-78	26	15.450	11.56	3.82	-22.64	3.96	17.6	18.7
21	4	57.9427	-78	24	51.760	15.66	3.68	-25.88	3.96	17.8	19.4
21	4	58.2507	-78	25	43.740	7.73	3.55	12.94	3.68	13.5	14.9
21	5	3.2240	-78	24	13.110	15.89	3.96	-15.11	4.23	17.7	18.7
21	5	3.9373	-78	27	4.180	8.55	4.09	-11.05	4.23	17.8	18.8
21	5	4.7887	-78	27	16.110	18.00	4.23	-11.71	4.37	17.6	20.6
21	5	8.5327	-78	24	7.520	-5.03	3.96	-4.11	4.09	17.0	18.1
21	5	10.6693	-78	26	53.970	4.23	3.68	-21.47	3.82	17.6	19.6
21	5	12.5667	-78	25	53.220	-1.23	2.87	0.00	3.00	17.8	19.3
21	5	13.5440	-78	26	6.910	79.80	2.87	-8.29	3.00	17.1	20.5
21	5	15.4327	-78	25	14.470	10.66	2.73	-1.77	2.87	17.8	18.8
21	5	15.7567	-78	25	34.260	13.55	2.73	1.63	2.87	17.3	20.6
21	5	18.7253	-78	23	55.570	-8.39	3.82	-12.90	3.96	16.6	17.3
21	5	23.6240	-78	25	31.550	6.03	2.46	-3.97	2.46	14.1	15.1
21	5	23.7707	-78	26	51.070	-0.19	3.14	-9.91	3.41	15.2	16.5
21	5	26.2147	-78	23	48.530	-5.38	3.82	1.26	3.96	17.6	19.6
21	5	28.9667	-78	26	36.520	12.47	2.87	-14.45	3.00	17.7	19.3
21	5	30.4320	-78	23	45.540	12.28	3.82	-10.89	3.96	17.6	20.2
21	5	31.0893	-78	25	2.590	26.32	2.32	5.55	2.46	17.6	20.6
21	5	37.4493	-78	27	16.370	4.35	3.55	6.78	3.68	16.7	17.6
21	5	40.4273	-78	27	3.110	-4.32	3.14	-3.84	3.41	17.8	18.8
21	5	44.8600	-78	26	20.190	14.34	2.32	-6.66	2.46	17.1	17.7
21	5	45.6793	-78	25	10.660	-16.59	2.05	-6.62	2.18	17.8	19.6

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	"	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
21	5	51.3140	-78	23	49.300	4.02	3.55	-8.60	3.68	17.7	19.2
21	5	52.4213	-78	24	11.660	11.92	3.00	-17.27	3.14	16.6	17.9
21	5	52.7853	-78	25	39.030	-9.07	2.05	-5.63	2.18	16.0	17.3
21	5	53.0447	-78	27	14.840	0.13	3.55	-3.46	3.68	17.7	20.0
21	5	55.0613	-78	23	50.580	6.92	3.55	-12.65	3.68	17.5	18.4
21	6	8.8893	-78	26	8.040	3.00	2.59	-0.80	2.73	17.6	18.8
21	6	10.0560	-78	24	57.490	14.81	2.59	7.83	2.73	17.1	17.9
21	6	13.4007	-78	25	49.940	28.00	2.59	-46.26	2.73	17.5	18.2
21	6	18.6880	-78	24	23.490	-1.55	3.41	8.58	3.55	17.8	19.2
21	6	18.9107	-78	25	7.790	15.59	2.87	-2.68	3.00	17.6	18.4
21	6	23.0993	-78	25	15.430	8.65	3.00	-5.67	3.14	17.7	19.0
21	6	23.2233	-78	26	8.390	18.07	3.14	-9.50	3.27	17.7	18.0
21	6	24.1300	-78	26	26.810	-18.89	3.41	-15.08	3.55	17.6	20.2
21	6	24.6973	-78	25	23.970	3.82	3.14	-23.12	3.27	17.4	18.3
21	6	25.3393	-78	26	39.160	11.98	3.68	-2.34	3.82	16.3	17.2
21	6	25.7260	-78	26	52.790	-7.13	3.82	-15.17	4.09	15.8	17.1
21	6	29.6667	-78	24	0.640	8.12	4.23	-7.46	4.37	17.6	20.2
21	6	30.2280	-78	26	41.990	0.79	3.82	-17.78	4.09	17.6	19.3
21	6	32.1073	-78	26	44.890	12.28	3.96	-9.87	4.23	17.7	18.8
21	6	35.0340	-78	26	14.290	4.77	3.82	-13.55	3.96	17.7	19.5
21	6	35.1587	-78	23	43.790	17.79	4.64	-18.46	4.91	17.2	18.7
22	7	31.1133	-53	44	27.260	11.77	6.65	-0.50	6.65	15.7	16.3
22	7	36.5727	-53	47	47.370	14.34	5.13	-13.82	5.13	17.5	18.3
22	7	36.6687	-53	48	55.670	-3.97	6.18	-15.99	6.18	17.1	18.0
22	7	41.9787	-53	44	58.760	0.57	4.18	-4.79	4.18	17.1	17.8
22	7	46.6720	-53	46	41.030	-0.85	2.57	2.94	2.57	14.9	15.5
22	7	48.0560	-53	46	13.720	-0.78	2.66	-4.37	2.66	14.5	15.7
22	7	49.5900	-53	45	43.400	-2.72	3.04	-13.28	3.04	16.5	17.4
22	7	49.6307	-53	47	36.200	-3.48	2.76	7.71	2.76	16.8	15.8
22	7	49.9587	-53	48	9.420	-7.85	3.33	-24.14	3.33	11.6	12.3
22	7	50.6100	-53	46	7.950	0.14	2.76	-11.07	2.76	15.8	16.6
22	7	51.5973	-53	48	57.570	7.00	4.37	-1.70	4.37	17.2	18.2
22	7	52.9207	-53	47	8.830	7.52	2.76	19.71	2.76	12.0	12.4
22	7	52.9553	-53	44	30.500	-4.79	4.85	-10.89	4.85	16.1	17.9
22	7	54.7533	-53	48	35.660	19.29	4.09	-21.03	4.09	17.6	18.6
22	7	55.1573	-53	48	0.670	0.90	3.52	4.32	3.52	17.3	18.9
22	7	55.8127	-53	44	41.950	-23.10	5.04	10.50	5.04	17.0	18.3
22	7	56.7847	-53	48	29.560	10.38	4.18	-9.12	4.18	17.6	18.8
22	7	56.7973	-53	44	52.270	17.75	4.94	-9.46	4.94	16.6	17.8
22	7	58.7387	-53	46	21.510	-1.11	3.99	-10.54	3.99	17.8	19.9
22	7	59.3220	-53	47	13.180	9.29	3.90	-3.56	3.90	17.6	19.6
22	7	59.8560	-53	48	40.470	8.60	4.75	-13.73	4.75	17.2	17.8
22	30	28.1607	-39	44	18.800	4.69	6.67	-9.43	4.04	17.8	19.3
22	30	28.9893	-39	45	11.440	-325.70	7.41	54.01	4.47	11.7	13.2
22	30	31.7380	-39	43	52.740	28.65	4.89	-8.63	2.98	18.0	18.5
22	30	31.9733	-39	40	31.290	7.75	7.91	-51.33	4.78	17.0	18.6
22	30	32.5027	-39	43	30.070	23.52	4.54	-2.25	2.73	11.1	12.2
22	30	34.9507	-39	41	32.720	7.77	5.67	-1.21	3.40	17.4	19.1
22	30	35.4013	-39	44	4.720	2.78	3.79	-5.10	2.30	17.9	19.3
22	30	35.4033	-39	43	13.800	25.46	3.62	1.84	2.16	17.1	19.3
22	30	35.6527	-39	42	42.180	17.56	3.93	-7.45	2.37	15.8	17.6
22	30	38.7927	-39	45	42.710	5.10	5.57	-7.25	3.40	18.0	19.2
22	30	39.3607	-39	41	14.640	5.13	6.03	6.87	3.65	18.0	18.7
22	30	40.9840	-39	43	49.430	13.40	3.16	-9.91	1.88	16.8	18.1

Tabela A.2.1 Continuação

h	m	s	°	'	"	μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag	mag
						mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	A2.0	A2.0
										R	B
22	30	43.7927	-39	40	47.150	3.64	7.48	-10.50	4.54	16.3	17.9
22	30	44.1613	-39	44	39.300	18.69	4.33	-11.41	2.62	12.9	14.7
22	30	47.6327	-39	45	3.860	4.03	5.71	0.40	3.47	15.5	16.8
22	30	50.0733	-39	44	10.530	12.63	6.06	-9.50	3.69	17.4	19.5
22	34	58.9113	-48	33	28.670	20.99	23.36	-1.04	11.25	9.6	10.2
22	35	15.5853	-48	33	54.470	12.66	22.42	-7.65	10.82	15.9	16.8
22	35	18.0067	-48	37	58.090	17.13	20.01	-5.88	9.62	15.8	17.2
22	35	18.8680	-48	37	34.520	-40.31	16.92	-22.95	8.16	15.0	15.1
22	35	23.2280	-48	37	0.990	21.05	17.18	1.43	8.25	16.3	16.5
22	48	27.6813	-32	37	41.010	5.88	11.12	-6.59	8.02	17.6	18.8
22	48	28.5327	-32	35	31.380	11.93	7.48	-23.02	5.38	17.0	18.9
22	48	29.6733	-32	36	31.190	22.54	7.57	-3.51	5.47	11.9	13.2
22	48	29.9347	-32	36	52.500	18.22	8.02	-29.02	5.84	17.4	18.5
22	48	32.2727	-32	33	30.620	-4.97	9.39	-10.66	6.75	12.2	13.2
22	48	33.5267	-32	35	4.070	2.54	5.74	-6.53	4.19	16.3	17.1
22	48	33.5433	-32	33	22.260	16.78	9.76	-7.29	7.02	16.3	17.1
22	48	39.8347	-32	37	56.260	-3.00	9.85	-12.15	7.11	16.4	18.5
22	48	46.1733	-32	36	23.860	18.26	11.95	-14.24	8.66	15.9	17.0
23	13	53.0733	-44	58	15.520	36.52	10.02	-46.87	7.29	17.4	18.5
23	13	56.6187	-44	55	0.860	0.21	5.48	-8.41	4.00	15.2	15.9
23	13	56.5593	-44	56	26.340	9.53	6.05	4.28	4.41	17.9	19.2
23	13	58.5767	-44	55	42.140	-1.31	4.78	-9.48	3.48	13.2	14.3
23	13	58.9113	-44	54	29.210	23.07	5.06	-4.56	3.71	17.8	19.9
23	13	59.4227	-44	57	42.230	7.81	6.80	-1.07	4.91	16.6	17.8
23	13	59.5987	-44	58	40.170	80.78	8.53	0.28	6.21	16.9	18.6
23	14	0.0540	-44	55	14.830	-0.93	4.28	4.03	3.09	15.5	15.4
23	14	0.5320	-44	55	55.760	0.99	4.18	4.68	3.05	15.7	16.3
23	14	4.5980	-44	55	46.250	-5.64	3.29	-1.72	2.40	17.8	18.3
23	14	5.1107	-44	53	41.090	2.74	5.77	-0.28	4.25	15.1	16.3
23	14	5.4433	-44	57	12.660	2.75	4.60	23.36	3.33	17.3	18.0
23	14	6.7113	-44	53	58.470	-0.53	5.41	1.01	3.96	15.9	16.9
23	14	6.7400	-44	57	4.530	1.43	4.35	-10.50	3.15	15.1	16.2
23	14	11.0487	-44	53	56.490	22.95	6.47	-5.41	4.75	16.6	18.7
23	14	11.3847	-44	55	6.130	25.11	4.88	-16.42	3.57	13.7	14.6
23	14	11.5220	-44	53	31.270	-7.91	7.36	-1.17	5.40	18.0	19.4
23	14	15.0747	-44	57	41.120	8.16	6.48	-7.27	4.70	15.4	17.5
23	14	15.5727	-44	57	21.680	-5.00	6.26	6.72	4.59	16.6	17.1
23	14	18.4507	-44	58	17.480	8.83	8.18	-0.58	5.93	13.8	15.6
23	14	38.1353	-31	38	56.290	3.79	5.33	-7.56	8.10	17.8	20.0
23	14	41.3687	-31	38	54.070	4.62	3.98	-16.40	6.11	17.8	19.6
23	14	42.3327	-31	38	15.110	14.05	3.48	-6.84	5.33	17.6	18.9
23	14	46.4120	-31	37	36.430	10.59	4.48	-9.28	6.82	17.9	19.6
23	14	46.8227	-31	39	2.070	12.67	2.84	6.89	4.33	17.8	18.7
23	14	52.5160	-31	40	40.530	19.58	6.25	1.39	9.59	17.7	19.9
23	14	52.7587	-31	37	47.310	1.44	5.75	-10.83	8.74	16.5	17.8
23	14	57.3120	-31	40	50.070	8.15	7.25	-10.74	11.08	16.2	17.5
23	15	2.2433	-31	40	42.930	-17.72	8.38	-0.51	12.79	17.7	19.9
23	20	37.2920	+ 5	12	55.260	-8.25	4.27	-18.42	2.06	16.2	18.2
23	20	37.3080	+ 5	13	8.150	0.29	4.13	1.43	1.98	11.8	14.1
23	20	38.7133	+ 5	15	15.090	7.44	4.27	-2.83	2.06	17.0	18.9
23	20	39.1733	+ 5	12	3.710	14.46	4.41	-3.32	2.12	14.6	15.8
23	20	40.8280	+ 5	12	36.420	3.83	3.34	-2.86	1.61	17.5	19.4
23	20	41.1993	+ 5	15	0.420	-3.41	3.53	-25.14	1.70	14.5	15.0
23	20	41.5827	+ 5	15	44.310	14.89	4.50	-4.35	2.15	14.5	15.5

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	''	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
23	20	45.1433	+ 5	14	21.350	2.42	2.71	-5.61	1.30	16.9	18.8
23	20	45.4420	+ 5	14	13.810	-8.81	2.60	-9.12	1.24	16.7	19.0
23	20	47.0107	+ 5	11	42.480	10.90	3.75	-6.74	1.81	14.9	14.9
23	20	48.4553	+ 5	14	49.530	4.96	3.87	-0.56	1.87	18.0	18.4
23	20	48.7907	+ 5	12	14.470	2.48	3.34	-0.90	1.61	16.8	18.7
23	20	49.1833	+ 5	13	34.640	37.45	3.05	-12.14	1.47	17.9	19.0
23	20	51.1227	+ 5	12	51.400	8.12	3.65	-0.91	1.75	18.3	19.6
23	20	51.5767	+ 5	14	47.850	-9.14	4.78	-15.66	2.29	18.0	19.2
23	20	51.6840	+ 5	13	15.070	18.23	3.85	5.06	1.84	18.6	19.8
23	20	52.4800	+ 5	12	59.990	9.68	4.13	-1.14	1.98	17.2	18.6
23	29	5.5947	-47	30	50.880	20.13	2.11	-3.52	3.16	16.5	17.2
23	29	6.1387	-47	28	54.060	39.94	3.40	-14.45	4.92	16.9	17.3
23	29	9.3733	-47	30	38.650	17.67	1.76	-11.40	2.58	17.5	18.0
23	29	16.9960	-47	31	0.680	16.61	1.29	-7.36	1.76	17.8	18.6
23	29	25.6667	-47	30	22.180	21.66	1.29	-5.30	1.76	18.0	20.2
23	29	27.3100	-47	31	51.110	18.59	2.11	-5.81	3.05	17.7	19.5
23	29	27.8553	-47	29	21.910	21.56	2.23	-18.96	3.16	18.0	19.1
23	29	28.3093	-47	31	45.090	20.22	2.11	-6.13	3.05	17.4	18.0
23	29	28.7387	-47	30	46.620	35.80	1.41	-31.66	2.11	18.0	20.2
23	29	29.3227	-47	29	14.440	17.47	2.34	-6.70	3.52	18.0	20.2
23	29	30.4773	-47	30	9.710	18.12	1.64	-7.45	2.46	16.8	17.6
23	29	34.1167	-47	31	25.820	35.22	2.23	-17.41	3.28	16.2	17.2
23	30	29.5560	+11	1	35.460	-0.43	5.26	-12.66	2.52	15.7	17.5
23	30	29.7727	+10	59	39.710	-14.33	6.47	-23.45	3.10	15.5	17.2
23	30	30.8740	+10	59	26.580	12.72	6.26	-8.80	2.99	17.5	18.1
23	30	31.8367	+11	3	13.910	12.77	5.28	-10.44	2.53	18.5	19.1
23	30	33.5127	+11	0	4.510	53.71	4.55	-5.86	2.19	18.0	19.3
23	30	34.7040	+11	2	28.870	19.08	4.07	-10.77	1.96	11.2	12.2
23	30	38.4513	+11	0	31.170	5.83	2.80	-13.79	1.35	17.2	19.0
23	30	39.8320	+11	0	18.990	22.68	2.71	-1.64	1.30	16.9	17.7
23	30	40.2240	+11	2	38.780	10.04	4.10	-9.13	1.97	18.5	19.0
23	30	40.6693	+11	1	33.050	17.19	2.86	-8.34	1.36	18.6	18.7
23	30	41.8620	+11	2	8.040	-51.08	3.57	-44.16	1.72	15.8	15.4
23	30	42.3400	+11	2	29.200	0.53	4.19	-9.20	2.00	16.5	17.1
23	30	42.4453	+10	58	10.060	8.15	5.07	-6.52	2.45	18.3	18.7
23	30	43.5080	+10	58	16.330	-5.04	4.86	-3.30	2.35	17.2	18.4
23	30	43.5960	+11	0	56.080	9.47	2.86	-6.49	1.38	16.4	17.1
23	30	48.3000	+11	0	10.680	-6.38	3.96	-7.44	1.90	16.4	17.3
23	30	50.0827	+10	59	11.870	2.56	4.74	-15.20	2.27	18.1	20.1
23	30	50.3153	+11	0	14.230	12.39	4.70	-9.76	2.26	18.0	18.9
23	31	46.7647	-38	13	39.660	1.46	8.07	-8.85	5.54	15.6	16.0
23	31	50.3673	-38	10	37.870	78.49	5.41	5.27	3.72	17.1	18.1
23	31	51.8767	-38	11	48.590	13.47	4.11	-28.77	2.85	17.8	19.3
23	31	52.0987	-38	11	15.910	11.38	4.26	-7.52	2.96	17.8	20.4
23	31	53.1420	-38	12	9.850	1.79	3.84	-10.92	2.66	16.3	16.8
23	31	55.0100	-38	9	22.190	8.17	7.28	-7.49	5.01	17.9	18.9
23	31	56.6913	-38	12	48.870	18.34	3.84	-3.66	2.66	16.9	16.1
23	31	56.7547	-38	10	34.580	5.00	4.68	-8.06	3.22	17.9	18.9
23	31	59.2027	-38	12	21.300	20.51	3.27	-9.48	2.24	17.9	20.2
23	31	59.6207	-38	12	16.580	5.51	3.27	-0.84	2.24	17.7	18.6
23	31	59.9987	-38	10	4.760	22.82	6.06	19.43	4.13	17.7	19.5
23	32	4.6500	-38	12	1.420	-0.64	4.57	-13.84	3.15	15.7	16.9
23	32	11.7540	-38	13	29.080	6.67	7.84	-7.51	5.43	16.6	17.2
23	33	41.7500	-23	45	13.290	4.89	4.18	-9.66	4.51	17.2	18.1

Tabela A.2.1 Continuação

						μ_{α}	$E\mu_{\alpha}$	μ_{δ}	$E\mu_{\delta}$	mag A2.0	mag A2.0
h	m	s	°	'	''	mas/ano	mas/ano	mas/ano	mas/ano	R	B
23	33	44.4773	-23	45	42.160	-6.17	3.75	-10.67	4.05	15.3	16.0
23	33	51.7067	-23	42	3.130	-3.14	2.80	-4.01	3.02	17.3	18.5
23	33	52.3933	-23	45	4.180	5.81	2.38	-23.64	2.56	16.5	17.9
23	33	52.7780	-23	41	6.260	-3.61	3.41	-7.20	3.67	17.5	18.4
23	33	53.4040	-23	46	26.990	-5.15	3.30	-7.39	3.60	15.9	16.7
23	33	54.2567	-23	45	37.140	-9.16	2.68	-27.40	2.91	17.5	18.8
23	33	55.1707	-23	42	50.450	112.17	2.11	15.98	2.26	12.1	13.4
23	33	55.7433	-23	41	30.960	-5.09	2.95	-10.49	3.17	17.0	17.8
23	33	58.7840	-23	42	54.220	3.54	2.30	-11.95	2.49	12.5	11.9
23	34	1.7913	-23	46	36.680	13.67	4.18	-11.05	4.51	15.7	16.6
23	34	2.6587	-23	45	26.150	-9.09	3.48	-19.17	3.75	10.4	11.5
23	34	2.9920	-23	41	28.180	0.41	3.48	-9.49	3.75	17.7	18.0
23	34	5.4787	-23	45	36.710	0.01	4.14	-12.69	4.51	16.4	17.1