

O MÉTODO DAS DEPENDÊNCIAS NA REDUÇÃO DE PLACAS ASTROGRÁFICAS

L.E. Machado*

E.R. Netto*

G.G. Vieira*

J.F. Caldeira*

H. Debehogne**

ABSTRACT

Dependencies and 165 astrometric positions of asteroids are given; 58 of these refer to asteroids of the Ephemeridi Malik Planet/1981, while 107 are not included in this publication. Further research will reveal the true identify of theses 11 photographed celestial bodies. The G.P.O. refractor telescope of ESO, La Silla, was used, observations being made by Dr. H. Debehogne and R.R. Freitas Mourão, National Observatory, Rio de Janeiro. Reduction was accomplished at the Valongo Observatory, UFRJ, through the method of dependencies; for comparison, the method of least squares was also used. The importance of publishing dependencies is emphasized.

INTRODUÇÃO

Em agosto/setembro de 1981 realizou-se no European Southern Observatory - ESO, La Silla, Chile, mais um programa observacional conjunto "Observatório Real da Bélgica/Universidade Federal do Rio de Janeiro/Observatório Nacional, RJ, tendo o Dr. Henri Debehogne (O.R.B. e Professor Visitante da UFRJ) e o Dr. Ronaldo R. Freitas Mourão (Observatório Nacional do Rio de Janeiro) operando o telescópio astrométrico G.P.O. (D=40cm; F=4m) para a obtenção de placas fotográficas. A redução posterior das placas fornece a posição precisa de asteróides identificados e não identificados da "Ephemeridi Malik Planet" (Leningrado, 1981). O presente trabalho, além do objetivo primordial do programa, isto é a determinação das coordenadas equatoriais celestes (α, δ) dos asteróides fotografados, enfatiza a importância da aplicação do método das dependências na redução astrométrica, e a publicação de seus valores, que vem sendo sistematicamente negligenciada na maioria dos trabalhos científicos.

MÉTODO DAS DEPENDÊNCIAS

Desde sua introdução em 1911 por F. Schlesinger, o método das dependências, ao lado do método dos mínimos quadrados (M.M.C.), vem permitindo, pela inter-comparação dos resultados, um controle interno das redu-

*Observatório do Valongo e Departamento de Astronomia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

**Observatoire Royal de Belgique

ções computarizadas e, caso se verifique a posteriori uma melhoria nas posições e nos valores dos movimentos próprios das estrelas de referência, a revisão das posições calculadas, sem a necessidade de releitura das placas nos coordenatôgrafos. A segunda vantagem, sob determinado aspecto, sobrepuja a primeira e como está textualmente grifado na introdução das Efemérides dos Asteróides Brilhantes (Leningrado, 1981):

The results should be presented in such a manner that later improved reference star position can be taken into account (P.4):

A citação consta da Resolução da Comissão 8 da União Astronômica Internacional, aprovada em sua 16ª Assembléia Geral, realizada em Grenoble, França, 1976.

A única forma de efetuar uma revisão nas posições publicadas dos corpos celestes, sem a indispensável passagem pelos coordenatôgrafos é a utilização do método das dependências. Com a publicação das mesmas, a correção das posições pode ser efetuada em qualquer época e em qualquer local, sem a manipulação das placas arquivadas (as vezes deterioradas pelo tempo e/ou acidentalmente quebradas).

De acordo com Schlesinger (Astrophysical Journal, 1911), para as reduções com coeficientes polinomiais (constantes da placa) lineares, pode-se ganhar tempo de cálculo expressando as posições reduzidas como funções lineares explícitas das coordenadas medidas. Essas funções lineares constituem, na terminologia do autor, as dependências (D). Desse modo, segundo Salvador (1979), sendo (x_0, y_0) a posição desconhecida do corpo celeste e (x_1, y_1) as coordenadas retilíneas medidas das estrelas de referência tem-se:

$$\begin{aligned} x_0 &= \sum_{i=1}^n D_i x_i \\ y_0 &= \sum_{i=1}^n D_i y_i \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (1)$$

onde n é o número de estrelas de referência, com a condição, imediata, de que

$$\sum_{i=1}^n D_i = 1 \quad \dots\dots\dots (2)$$

Como no método dos mínimos quadrados, supõe-se que

$$F(D_1, D_2, \dots, D_n) = \sum_{i=1}^n D_i^2 \quad \dots\dots\dots (3)$$

seja mínima.

O método dos multiplicadores de Lagrange é, então, utilizado para a obtenção do mínimo de (3), condicionada a (1) e (2). As dependências (D_i) são fornecidas por:

$$D_i = \lambda_1 x_i + \lambda_2 y_i + \lambda_3, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad \dots\dots\dots (4)$$

onde λ_1 , λ_2 e λ_3 representam os multiplicadores de Lagrange, constantes. São obtidos do sistema matricial:

$$\begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n x_i^2 & \sum_{i=1}^n x_i y_i & \sum_{i=1}^n x_i \\ \sum_{i=1}^n x_i y_i & \sum_{i=1}^n y_i^2 & \sum_{i=1}^n y_i \\ \sum_{i=1}^n x_i & \sum_{i=1}^n y_i & n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \end{bmatrix} \dots (5)$$

O sistema (5) fornece uma solução única, pois a matriz dos coeficientes é não singular, além de simétrica.

Na redução pelas dependências (Van de Kamp, 1967) o ponto zero das medidas é eliminado, uma vez que as quantidades (x_i, y_i) - coordenadas retilíneas medidas do referencial estelar - são referidas ao "ponto médio" do conjunto de estrelas de referência, impropriamente denominado "centro de massa". Por outro lado, revela o significado relativo - ou peso - das posições de cada estrela de referência. Não fornece, é verdade, nenhuma informação sobre o valor numérico e importância das constantes (lineares) da placa, uma vez que são eliminadas. O valor dessas constantes, para o escopo do método, não apresenta nenhuma importância, não sendo, pois, necessário, seu conhecimento. As coordenadas do corpo celeste (α, δ) , são obtidas finalmente, de

$$\alpha = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n D_i \Delta\alpha_i - \text{sen } 1'' \text{ tg } \delta_0 \left[\left(\sum_{i=1}^n D_i \Delta\alpha_i \Delta\delta_i \right) - \Delta\alpha_i \Delta\delta_i \right] \dots (6)$$

$$\delta = \delta_0 + \sum_{i=1}^n D_i \Delta\delta_i + \frac{225}{5} \text{ sen } 1'' \text{ sen } 2\delta_0 \left[\left(\sum_{i=1}^n D_i (\Delta\alpha_i)^2 \right) - (\Delta\alpha_i)^2 \right]$$

α_0 e δ_0 são as coordenadas de uma das estrelas tomada como referência, por exemplo, α_1, δ_1 . $\Delta\alpha_1$ e $\Delta\delta_1$ são as diferenças entre α_i e α_0 e δ_i e δ_0 . Procedendo iterativamente a partir de:

$$\begin{aligned}
 \alpha &= \alpha_0 + \sum_{i=1}^n D_i \Delta\alpha_i \\
 \delta &= \delta_0 + \sum_{i=1}^n D_i \Delta\delta_i
 \end{aligned} \dots (7)$$

é calculada rapidamente a posição do corpo celeste. Na prática (7), é usada como a primeira indicação da posição a ser determinada.

Por (6) se verifica que qualquer alteração nas coordenadas (e no movimento próprio) das estrelas que constituem o sistema de referência permitirá a revisão das posições (α, δ) do corpo celeste, sem voltar à placa original, uma vez que α, δ são funções exclusivas de α_0, δ_0 e D_i não depende das coordenadas retilíneas medidas (x_i, y_i) e (x_0, y_0) .

APLICAÇÃO DO MÉTODO DAS DEPENDÊNCIAS

REDUÇÃO E OBSERVAÇÃO

Na redução foi utilizado o sistema computacional instalado no Observatório do Valongo (Micro-computador Schumec M101/85) acoplado ao computador Burroughs 6700 do Núcleo de Computação Eletrônica, NCE/UFRJ. As placas, após identificação das estrelas de referência e dos asteróides, foram medidas no Coordenatôgrafo Ascorecord do Observatório do Valongo, até 0,1 μ . As posições e movimentos próprios das estrelas que constituem o sistema de referência, cinco, foram obtidas do SAO Star Catalogue (1966), referidas ao equinócio de 1950. Nas placas fotográficas, conforme o caso, foram impressas três, duas ou quatro exposições, decaladas no tempo e em declinação. Foram utilizadas placas Kodak II a 0, 16cm x 16cm, previamente hipersensibilizadas.

RESULTADOS

165 posições foram obtidas. As tábuas 1 e 2 sumarizam os resultados da redução. Na tábua 1 são apresentados, nas respectivas colunas, da esquerda para direita, o número da exposição fotográfica, a identificação do corpo celeste, o número da placa, a data (ano, mês e dia e fração decimal do dia em T.U.), a ascensão reta (AR), a declinação (DEC), e os resíduos (apenas para os asteróides integrantes da Ephemeridi Malik Planet - 1981). Os asteróides que não figuram na E.P.M./81 são identificados por código provisório. Na tábua 2, figuram, igualmente por coluna, o número das exposições fotográficas, o nº da estrela de referência no SAO Star Catalogue, as posições - para identificação - das estrelas de referência, somente em segundo de tempo (AR) e segundos de arco (DEC), e, finalmente, as dependências para cada placa reduzida.

AGRADECIMENTOS

A missão no ESO, Chile, do Dr. Henri Debehogne foi proporcionada integralmente pelo European Southern Observatory. A redução das placas fotográficas foi efetuada no Observatório do Valongo, tendo sido utilizado o computador Burroughs 6700 do NCE/UFRJ. O trabalho no Rio de Janeiro, só foi possível graças aos Convênios, nº 4.3.83.0290.00, FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) e nº 605/83, FUJB (Fundação Universitária José Bonifácio). O CNPq custeou o bilhete da passagem aérea do Dr. R.R.F. Mourão, Rio-Santiago-Rio, e o ESO, sua estada no Chile.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EPHEMERIDES OF BRIGHT PLANETS, 1981: Leningrad: Institute of Theoretical Astronomy, U.S.S.R.
- EPHEMERIDI MALIK PLANET, 1981: Leningrad: Institute of Theoretical Astronomy, U.S.S.R.
- KAMP, Peter van der, 1964: Principles of Astrometry, San Francisco, U.S.A., Freeman and Co.
- PROCEEDINGS OF THE SIXTEENTH GENERAL ASSEMBLY, 1976: Resolution Commission 8, Grenoble, France.
- SALVADOR, J.A., 1979: Sobre o Método das Dependências in Anuário do Instituto de Geociências, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- SAO STAR CATALOGUE, 1966: Washington DC: Smithsonian Institute, U.S.A.
- SCHLESINGER, F., 1911: Photographic Determinations of Stellar Parallax made with the Yerkes Refractor, III, IV, V, VI, VII, The Astrophysical Journal, 33.
- _____, 1926: A short method for deriving positions of asteroids, comets, etc. from photographs. In the Astronomical Journal 874, vol. XXXVII.

TÁBUA 1
POSIÇÕES

Nº	Objeto	Placa	Data TU 1981			AR		1950.0			DEC	Resíduos O - C	
			mês	dia		h	m	s	o	i	"	AR m	Dec i
1	202 CHRYSEIS	4997	8	31.32806	22	14	48.49	-14	30	44.4	0.0	1	
2	202 CHRYSEIS	4997	8	31.33326	22	14	48.28	-14	30	46.2	0.0	1	
3	202 CHRYSEIS	4997	8	31.33862	22	14	48.05	-14	30	47.7	0.0	0	
4	202 CHRYSEIS	5030	9	2.28165	22	13	25.09	-14	42	5.0	0.0	0	
5	202 CHRYSEIS	5030	9	2.28684	22	13	24.87	-14	42	6.8	0.0	0	
6	202 CHRYSEIS	5030	9	2.29204	22	13	24.65	-14	42	8.8	0.0	0	
7	202 CHRYSEIS	5043	9	3.22490	22	12	45.17	-14	47	28.0	0.0	0	
8	202 CHRYSEIS	5043	9	3.23113	22	12	44.89	-14	47	30.4	0.0	0	
9	202 CHRYSEIS	5043	9	3.23737	22	12	44.64	-14	47	32.8	0.0	0	
10	202 CHRYSEIS	5095	9	6.18416	22	10	41.72	-15	3	58.3	0.1	1	
11	202 CHRYSEIS	5095	9	6.18970	22	10	41.47	-15	3	59.8	0.1	1	
12	202 CHRYSEIS	5095	9	6.19524	22	10	41.24	-15	4	1.6	0.1	1	
13	202 CHRYSEIS	5095	9	6.20078	22	10	41.01	-15	4	3.2	0.1	1	
14	555 NORMA	4940	8	25.18368	22	13	14.21	-12	23	42.1	0.0	0	
15	555 NORMA	4940	8	25.18991	22	13	13.94	-12	23	43.8	0.0	0	
16	555 NORMA	4940	8	25.19615	22	13	13.66	-12	23	45.5	0.0	0	
17	555 NORMA	4956	8	26.11308	22	12	34.02	-12	27	54.5	0.0	0	
18	555 NORMA	4956	8	26.11931	22	12	33.74	-12	27	56.3	0.0	0	
19	555 NORMA	4956	8	26.12555	22	12	33.49	-12	27	58.1	0.0	0	
20	555 NORMA	5024	9	2.11059	22	7	33.18	-12	58	47.1	0.0	0	
21	555 NORMA	5024	9	2.11648	22	7	32.90	-12	58	48.9	0.0	0	
22	555 NORMA	5027	9	2.21170	22	7	28.83	-12	59	13.9	0.0	0	
23	555 NORMA	5027	9	2.22018	22	7	28.43	-12	59	16.0	0.0	0	
24	1225 ARIANE	5025	9	2.12963	22	9	55.17	-14	54	40.2	0.1	0	
25	1225 ARIANE	5025	9	2.13552	22	9	54.86	-14	54	41.6	0.1	0	
26	1225 ARIANE	5030	9	2.28684	22	9	45.04	-14	55	9.8	0.1	0	
27	1225 ARIANE	5030	9	2.29204	22	9	44.72	-14	55	11.6	0.1	0	
28	1225 ARIANE	5041	9	3.17850	22	8	51.61	-14	58	38.1	0.1	0	
29	1225 ARIANE	5041	9	3.18441	22	8	51.28	-14	58	39.1	0.1	0	
30	1225 ARIANE	5041	9	3.19125	22	8	50.89	-14	58	40.2	0.1	0	
31	1225 ARIANE	5043	9	3.22490	22	8	48.74	-14	58	48.0	0.1	0	
32	1225 ARIANE	5043	9	3.23113	22	8	48.37	-14	58	49.5	0.1	0	
33	1225 ARIANE	5043	9	3.23737	22	8	48.00	-14	58	50.9	0.1	0	
34	1225 ARIANE	5095	9	6.18416	22	5	54.52	-15	9	37.0	0.2	1	
35	1225 ARIANE	5095	9	6.18970	22	5	54.21	-15	9	38.1	0.2	1	
36	1225 ARIANE	5095	9	6.19524	22	5	53.86	-15	9	39.4	0.2	1	
37	1225 ARIANE	5095	9	6.20078	22	5	53.54	-15	9	40.7	0.2	1	
38	1381 DANUBIA	4997	8	31.32806	22	16	15.01	-13	36	56.0	0.0	1	
39	1381 DANUBIA	4997	8	31.33326	22	16	14.70	-13	36	56.7	0.0	1	
40	1381 DANUBIA	4997	8	31.33862	22	16	14.41	-13	36	57.4	0.0	1	
41	1381 DANUBIA	5005	9	1.12059	22	15	29.80	-13	38	35.0	0.0	1	
42	1381 DANUBIA	5005	9	1.12648	22	15	29.48	-13	38	35.7	0.0	1	
43	1381 DANUBIA	5005	9	1.13236	22	15	29.14	-13	38	36.7	0.0	1	
44	1381 DANUBIA	5009	9	1.21374	22	15	24.29	-13	38	46.8	0.0	1	
45	1381 DANUBIA	5009	9	1.21997	22	15	23.93	-13	38	47.4	0.0	1	

TÁBUA 1
POSICÕES

7.

Nº	Objeto	Placa	Data TU 1981							Resíduos		
			mês	dia	h	m	s	o	i	AR	Dec	
										m	'	
46	1381 DANUBIA	5024	9	2.11059	22	14	33.05	-13	40	34.4	0.0	1
47	1381 DANUBIA	5024	9	2.11648	22	14	32.71	-13	40	35.3	0.0	1
48	1381 DANUBIA	5024	9	2.12236	22	14	32.35	-13	40	36.2	0.0	1
49	1381 DANUBIA	5027	9	2.21170	22	14	26.96	-13	40	47.5	0.0	1
50	1381 DANUBIA	5027	9	2.22018	22	14	26.47	-13	40	48.5	0.0	1
51	1381 DANUBIA	5027	9	2.22901	22	14	25.99	-13	40	49.6	0.0	1
52	1381 DANUBIA	5029	9	2.26087	22	14	24.07	-13	40	52.8	0.0	1
53	1381 DANUBIA	5029	9	2.26667	22	14	23.69	-13	40	53.5	0.0	1
54	1381 DANUBIA	5029	9	2.27265	22	14	23.34	-13	40	54.2	0.0	1
55	1381 DANUBIA	5043	9	3.22490	22	13	29.24	-13	42	44.9	0.0	0
56	1381 DANUBIA	5043	9	3.23113	22	13	28.89	-13	42	45.3	0.0	0
57	2003 HARDING	5041	9	3.17850	22	6	6.43	-14	30	52.0	0.0	0
58	2003 HARDING	5041	9	3.16441	22	6	6.15	-14	30	53.3	0.0	0
59	1981 GR2	5005	9	1.12059	22	15	23.06	-12	30	30.3		
60	1981 GR2	5005	9	1.12648	22	15	22.76	-12	30	30.5		
61	1981 GR2	5005	9	1.13236	22	15	22.45	-12	30	30.5		
62	1981 GR2	5009	9	1.20751	22	15	18.29	-12	30	34.1		
63	1981 GR2	5009	9	1.21374	22	15	17.96	-12	30	34.3		
64	1981 GR2	5009	9	1.21997	22	15	17.62	-12	30	34.1		
65	1981 GR2	5024	9	2.11648	22	14	32.13	-12	31	1.4		
66	1981 GR2	5024	9	2.12236	22	14	31.83	-12	31	1.9		
67	1981 GR2	5027	9	2.21170	22	14	26.84	-12	31	4.6		
68	1981 GR2	5027	9	2.22018	22	14	26.43	-12	31	4.8		
69	1981 GR2	5027	9	2.22901	22	14	26.00	-12	31	5.1		
70	1981 GR2	5029	9	2.26087	22	14	24.14	-12	31	5.7		
71	1981 GR2	5029	9	2.26687	22	14	23.82	-12	31	6.0		
72	1981 GR2	5029	9	2.27265	22	14	23.50	-12	31	6.1		
73	1981 GR2	5005	9	1.12059	22	15	38.41	-12	47	42.7		
74	1981 GR2	5005	9	1.12648	22	15	38.18	-12	47	44.8		
75	1981 GR2	5005	9	1.13236	22	15	37.96	-12	47	46.9		
76	1981 GR2	5009	9	1.20751	22	15	34.75	-12	48	16.0		
77	1981 GR2	5009	9	1.21374	22	15	34.50	-12	48	18.3		
78	1981 GR2	5009	9	1.21997	22	15	34.22	-12	48	20.5		
79	1981 GR2	5024	9	2.11059	22	14	58.38	-12	53	57.3		
80	1981 GR2	5024	9	2.11648	22	14	58.14	-12	53	59.8		
81	1981 GR2	5024	9	2.12236	22	14	57.89	-12	54	1.7		
82	1981 GR2	5027	9	2.21170	22	14	54.03	-12	54	35.1		
83	1981 GR2	5027	9	2.22018	22	14	53.67	-12	54	38.3		
84	1981 GR2	5027	9	2.22901	22	14	53.33	-12	54	41.3		
85	1981 GR2	5029	9	2.26087	22	14	51.92	-12	54	54.3		
86	1981 GR2	5029	9	2.26687	22	14	51.67	-12	54	56.7		
87	1981 GR2	5029	9	2.27265	22	14	51.43	-12	54	58.9		
88	1981 GR2	5005	9	1.12059	22	15	9.05	-12	29	58.2		
89	1981 GR2	5005	9	1.12648	22	15	8.78	-12	29	59.9		
90	1981 GR2	5005	9	1.13236	22	15	8.52	-12	30	1.5		

TÁBUA 1
POSIÇÕES

Nº	Objeto	Data TU 1981		AR		1950.0			DEC	
		Placa	mês	dia	h	m	s	o	i	"
91	1981 002	5009	9	1.20751	22	15	5.10	-12	30	20.1
92	1981 002	5009	9	1.21374	22	15	4.82	-12	30	21.1
93	1981 002	5009	9	1.21997	22	15	4.54	-12	30	22.6
94	1981 002	5029	9	2.26087	22	14	17.99	-12	34	19.4
95	1981 002	5029	9	2.26687	22	14	17.73	-12	34	20.8
96	1981 002	5029	9	2.27265	22	14	17.48	-12	34	22.1
97	1981 003	4956	8	26.11306	22	14	9.64	-11	12	12.7
98	1981 003	4956	8	26.11951	22	14	9.35	-11	12	18.9
99	1981 003	4956	8	26.12555	22	14	9.07	-11	12	25.0
100	1981 003	5027	9	2.21170	22	9	9.98	-13	0	37.8
101	1981 003	5027	9	2.22016	22	9	9.61	-13	0	45.9
102	1981 0Y2	4940	8	25.11368	22	19	9.15	-11	58	52.8
103	1981 0Y2	4940	8	25.11991	22	19	8.83	-11	58	54.6
104	1981 0Y2	4940	8	25.12615	22	19	8.53	-11	58	56.2
105	1981 0Y2	4956	8	26.11308	22	18	25.33	-12	3	50.0
106	1981 0Y2	4956	8	26.11931	22	18	25.04	-12	3	52.0
107	1981 0Y2	4956	8	26.12555	22	18	24.75	-12	3	53.8
108	1981 0Y2	5005	9	1.12059	22	13	43.46	-12	35	31.7
109	1981 0Y2	5005	9	1.12648	22	13	43.23	-12	35	33.6
110	1981 0Y2	5005	9	1.13236	22	13	42.99	-12	35	35.1
111	1981 0Y2	5009	9	1.21374	22	13	39.05	-12	36	0.9
112	1981 0Y2	5009	9	1.21997	22	13	38.74	-12	36	3.1
113	1981 002	5030	9	2.25165	22	14	17.18	-13	59	16.0
114	1981 002	5030	9	2.26664	22	14	16.90	-13	59	18.7
115	1981 002	5030	9	2.29204	22	14	16.60	-13	59	21.8
116	1981 002	5095	9	6.19524	22	11	11.75	-14	30	49.7
117	1981 002	5095	9	6.20078	22	11	11.47	-14	30	51.8
118	1981 003	4940	8	25.11368	22	17	13.61	-12	39	42.6
119	1981 003	4940	8	25.11991	22	17	13.43	-12	39	46.8
120	1981 003	4940	8	25.12615	22	17	13.23	-12	39	50.8
121	1981 003	5043	9	3.22490	22	12	57.48	-14	15	5.7
122	1981 003	5043	9	3.23113	22	12	57.32	-14	15	9.1
123	1981 003	5043	9	3.23737	22	12	57.14	-14	15	13.2
124	1981 003	5095	9	6.18416	22	11	43.04	-14	44	7.3
125	1981 003	5095	9	6.18970	22	11	42.93	-14	44	10.2
126	1981 003	5095	9	6.19524	22	11	42.79	-14	44	13.5
127	1981 003	5095	9	6.20078	22	11	42.65	-14	44	16.9
128	1981 002	5005	9	1.12059	22	15	45.90	-13	7	52.8
129	1981 002	5005	9	1.12648	22	15	45.58	-13	7	55.0
130	1981 002	5005	9	1.13236	22	15	45.29	-13	7	57.3
131	1981 002	5029	9	2.26087	22	14	44.49	-13	15	27.8
132	1981 002	5029	9	2.26687	22	14	44.20	-13	15	29.9
133	1981 002	5029	9	2.27265	22	14	43.90	-13	15	32.1
134	1981 003	5030	9	2.26664	22	14	59.34	-14	54	29.5
135	1981 003	5030	9	2.29204	22	14	59.11	-14	54	31.2

TÁBUA 1

POSIÇÕES

9.

Nº	Objeto	Placa	Data TU 1981		AR			1950.0		DEC
			mês	dia	h	m	s	o	"	
136	1981 OS3	5043	9	3.22490	22	14	17.44	-14	58	20.2
137	1981 OS3	5043	9	3.23113	22	14	17.13	-14	58	22.1
138	1981 OS3	5043	9	3.23737	22	14	16.84	-14	58	23.7
139	1981 OS3	5095	9	6.18416	22	12	6.89	-15	10	7.0
140	1981 OS3	5095	9	6.18970	22	12	6.61	-15	10	8.0
141	1981 OS3	5095	9	6.19524	22	12	6.34	-15	10	9.1
142	1981 OS3	5095	9	6.20078	22	12	6.08	-15	10	10.4
143	1981 QZ2	4956	8	26.11308	22	18	39.90	-11	42	21.0
144	1981 QZ2	4956	8	26.11931	22	18	39.59	-11	42	22.9
145	1981 QZ2	4956	8	26.12555	22	18	39.33	-11	42	24.6
146	1981 QZ2	5005	9	1.12059	22	14	16.51	-12	10	56.4
147	1981 QZ2	5005	9	1.12648	22	14	16.26	-12	10	58.3
148	1981 QZ2	5005	9	1.13236	22	14	16.00	-12	11	0.1
149	1981 QZ2	5009	9	1.20751	22	14	12.61	-12	11	21.0
150	1981 QZ2	5009	9	1.21374	22	14	12.34	-12	11	22.9
151	1981 QZ2	5009	9	1.21997	22	14	12.07	-12	11	24.9
152	1981 QZ2	5027	9	2.21170	22	13	29.58	-12	15	58.5
153	1981 QZ2	5027	9	2.22018	22	13	29.21	-12	16	0.8
154	1981 QZ2	5027	9	2.22901	22	13	28.81	-12	16	2.9
155	1981 QZ2	5029	9	2.26087	22	13	27.32	-12	16	11.7
156	1981 QZ2	5029	9	2.26687	22	13	27.08	-12	16	13.3
157	1981 QZ2	5029	9	2.27265	22	13	26.83	-12	16	14.8
158	1981 QB3	4940	8	25.18368	22	13	5.82	-12	32	3.4
159	1981 QB3	4940	8	25.18991	22	13	5.58	-12	32	5.7
160	1981 QB3	4940	8	25.19615	22	13	5.34	-12	32	8.1
161	1981 QB3	4956	8	26.11308	22	12	27.90	-12	37	46.2
162	1981 QB3	4956	8	26.11931	22	12	27.62	-12	37	48.3
163	1981 QB3	4956	8	26.12555	22	12	27.33	-12	37	50.6
164	1981 QB3	5027	9	2.21170	22	7	40.98	-13	20	4.5
165	1981 QB3	5027	9	2.22901	22	7	40.43	-13	20	9.8

TÁBUA 2

10.

DEPENDÊNCIAS

Exp. Fot.			SAO	Posição utilizada		Dependências		
1	2	3		s	"			
			164961	9,46	-18,7	-0,071876	-0,072212	-0,072419
			164964	26,75	-38,0	0,456470	0,457247	0,457978
			164968	44,11	-40,7	0,298571	0,298945	0,299344
			165003	6,48	-16,9	0,225450	0,225237	0,225002
			165014	8,20	-50,2	0,091385	0,090783	0,090095
4	5	6	164962	19,31	-7,2	0,380593	0,381344	0,382058
			164964	26,75	-38,0	0,360595	0,361020	0,361453
			164972	3,68	-46,4	0,219922	0,220942	0,222053
			164981	33,21	-28,8	0,156730	0,155812	0,154844
			164992	54,22	-3,8	-0,117841	-0,119117	-0,120409
7	8	9	164939	9,44	-17,8	0,364978	0,366443	0,367778
			164962	19,31	-7,2	0,238914	0,238941	0,238941
			164964	26,75	-38,0	0,250839	0,250761	0,250689
			164972	3,68	-46,4	-0,018349	-0,018936	-0,019391
			164981	33,21	-28,8	0,163618	0,162792	0,161982
10	11	12	164884	58,47	-22,4	-0,116342	-0,115865	-0,115472
			164895	1,19	-24,8	-0,001579	-0,001307	-0,001140
			164898	6,62	-3,3	0,216841	0,217131	0,217554
			164927	7,46	-49,3	0,188592	0,188021	0,187421
			164939	9,44	-17,8	0,712490	0,712020	0,711637
			164940	15,33	-15,5	0,077305	0,077714	0,078114
14	15	16	164945	50,20	-9,5	0,441027	0,441711	0,442416
			164973	5,49	-56,2	0,079169	0,078886	0,078641
			164986	58,16	-19,4	0,397958	0,397964	0,397954
			164994	15,67	-28,7	0,004541	0,003725	0,002874
17	18	19	164935	46,12	-27,1	0,252287	0,253021	0,253604
			164940	15,33	-15,5	-0,019152	-0,019224	-0,019268
			164945	50,20	-9,5	0,468383	0,469237	0,470186
			164973	5,49	-56,2	-0,061799	-0,062915	-0,064025
			164986	58,16	-19,4	0,360282	0,359881	0,359504
	20	21	164893	50,75	-17,2	0,854219	0,854511	
			164896	2,77	-40,5	0,263405	0,263960	
			164915	43,53	-19,7	-0,405783	-0,405199	
			164929	19,65	-31,8	-0,227657	-0,227972	
			164938	7,50	-52,9	0,515817	0,514700	
	22	23	164893	50,75	-17,2	0,267547	0,268720	
			164896	2,77	-40,5	0,193023	0,194418	
			164904	35,39	-49,2	0,428779	0,427996	
			164915	43,53	-19,7	0,067574	0,067624	
			164929	19,65	-31,8	0,043077	0,041242	
	24	25	164884	58,47	-22,4	-0,090527	-0,089710	
			164895	1,19	-24,8	0,096398	0,096667	
			164897	3,25	-15,9	0,258696	0,258056	
			164902	30,59	-50,2	0,066713	0,067381	
			164939	9,44	-17,8	0,668720	0,667606	

DEPENDÊNCIAS

Exp. Pot.			SAO	Posição utilizada		Dependências		
				s	"			
	26	27	164919	30.33	-20.8	0.454050	0.454902	
			164927	7.46	-49.3	0.083065	0.082939	
			164939	9.44	-17.8	0.715426	0.716493	
			164962	19.31	-7.2	-0.078842	-0.079556	
			164964	26.75	-38.0	-0.173699	-0.174779	
28	29	30	164884	58.47	-22.4	0.250236	0.251300	0.252520
			164895	1.19	-24.8	0.229561	0.230139	0.230758
			164897	3.25	-15.9	-0.038579	-0.038830	-0.039031
			164919	30.33	-20.8	0.125663	0.124879	0.123900
			164939	9.44	-17.8	0.433119	0.432511	0.431852
31	32	33	164898	6.62	-3.3	0.460761	0.461695	0.462592
			164919	30.33	-20.8	0.210331	0.210529	0.210801
			164927	7.46	-49.3	0.134269	0.134325	0.134390
			164939	9.44	-17.8	0.192799	0.192508	0.192229
			164962	19.31	-7.2	0.001840	0.000943	-0.000011
34	35	36	164884	58.47	-22.4	0.452929	0.453556	0.454191
			164895	1.19	-24.8	0.322432	0.322709	0.323108
			164898	6.62	-3.3	0.424491	0.424818	0.425179
			164927	7.46	-49.3	-0.148503	-0.149001	-0.149641
			164939	9.44	-17.8	-0.051350	-0.052082	-0.052838
			164961	9.46	-18.7	0.193655	0.193974	0.194289
38	39	40	164968	44.11	-40.7	-0.085928	-0.085034	-0.084216
			164976	10.08	-13.1	0.337913	0.337817	0.337707
			165014	8.20	-50.2	0.196317	0.195935	0.195600
			165015	15.63	-3.0	0.358044	0.357308	0.356620
41	42	43	164945	50.20	-9.5	-0.159971	-0.158684	-0.157297
			164969	48.62	-56.5	-0.558689	-0.558566	-0.558549
			164976	10.08	-13.1	1.123505	1.123633	1.123745
			164986	58.16	-19.4	0.310494	0.310008	0.309665
			164993	55.54	-34.7	0.284661	0.283609	0.282436
	44	45	164938	7.50	-52.9	-0.179195	-0.178265	
			164945	50.20	-9.5	-0.453502	-0.452885	
			164961	9.46	-18.7	0.718378	0.718256	
			164976	10.08	-13.1	0.713697	0.713314	
			164993	55.54	-34.7	0.200623	0.199580	
46	47	48	164928	8.29	-3.5	-0.160198	-0.158789	-0.157361
			164961	9.46	-18.7	0.309741	0.309484	0.309264
			164964	26.75	-38.0	0.075419	0.075600	0.075785
			164976	10.08	-13.1	0.502193	0.501376	0.500491
			164981	33.21	-28.8	0.272845	0.272330	0.271821
49	50	51	164933	41.06	-32.9	0.022568	0.024839	0.026940
			164938	7.50	-52.9	-0.114461	-0.113489	-0.112517
			164945	50.20	-9.5	-0.294972	-0.295899	-0.296783
			164961	9.46	-18.7	0.672496	0.672072	0.671851
			164976	10.08	-13.1	0.714370	0.712477	0.710509

TÁBUA 2
DEPENDÊNCIAS

Exp. Fot.			SAO	Posição utilizada			Dependências		
				s	"				
52	53	54	164961	9.46	-18.7	0.713754	0.713682	0.713685	
			164976	10.08	-13.1	0.642636	0.642197	0.641766	
			164938	7.50	-52.9	-0.032237	-0.031262	-0.030471	
			164945	50.20	-9.5	-0.347805	-0.347166	-0.346505	
			164993	55.54	-34.7	0.023652	0.022548	0.021525	
	55	56	164927	7.46	-49.3	0.077809	0.079306		
			164962	19.31	-7.2	-0.327666	-0.327427		
			164964	26.75	-38.0	-0.151058	-0.151077		
			164981	33.21	-28.8	0.346485	0.345593		
			7005	19.71	-48.9	1.054431	1.053605		
	57	58	164884	58.47	-22.4	0.417755	0.418727		
			164895	1.19	-24.8	0.311994	0.312503		
			164897	3.25	-15.9	0.360617	0.360325		
			164919	30.33	-20.8	0.071048	0.070288		
			164939	9.44	-17.8	-0.161415	-0.161842		
59	60	61	164945	50.20	-9.5	0.114582	0.115605	0.116480	
			164969	48.62	-56.5	-0.201640	-0.201082	-0.200293	
			164986	58.16	-19.4	0.534318	0.533879	0.533481	
			164993	55.54	-34.7	0.520911	0.520129	0.519321	
			164994	15.67	-28.7	0.031829	0.031469	0.031011	
62	63	64	164938	7.50	-52.9	-0.077442	-0.076651	-0.075784	
			164945	50.20	-9.5	0.155068	0.155772	0.156469	
			164961	9.46	-18.7	0.002929	0.002821	0.002613	
			164976	10.08	-13.1	0.199617	0.199188	0.198680	
			164993	55.54	-34.7	0.719828	0.718870	0.718021	
	65	66	7006	43.95	-31.1	0.333640	0.334118		
			7007	13.34	-41.7	0.799685	0.798627		
			164938	7.50	-52.9	-0.041226	-0.040408		
			164961	9.46	-18.7	-0.210438	-0.210258		
			164976	10.08	-13.1	0.118339	0.117921		
67	68	69	164945	50.20	-9.5	-0.031032	-0.028615	-0.026037	
			164969	48.62	-56.5	0.166993	0.166944	0.166822	
			164973	5.49	-56.2	0.200402	0.199900	0.199410	
			164976	10.08	-13.1	0.311593	0.311214	0.310824	
			164986	58.16	-19.4	0.352044	0.350557	0.348981	
70	71	72	164961	9.46	-18.7	-0.015560	-0.015634	-0.015762	
			164976	10.08	-13.1	0.125441	0.124992	0.124556	
			164938	7.50	-52.9	0.056923	0.057726	0.058504	
			164945	50.20	-9.5	0.262526	0.263148	0.263801	
			164993	55.54	-34.7	0.570670	0.569766	0.568901	
73	74	75	164945	50.20	-9.5	-0.177747	-0.176810	-0.175918	
			164969	48.62	-56.5	-0.041565	-0.041772	-0.041967	
			164976	10.08	-13.1	0.447300	0.447731	0.448156	
			164986	58.16	-19.4	0.330774	0.330403	0.330105	
			164993	55.54	-34.7	0.441238	0.440447	0.439625	

TÁBUA 2
DEPENDÊNCIAS

Exp. Fot.			SAO	Posição utilizada			Dependências		
				s	"				
76	77	78	164938	7.50	-52.9	-0.140997	-0.140439	-0.139765	
			164945	50.20	-9.5	-0.033629	-0.033420	-0.033211	
			164961	9.46	-18.7	0.195154	0.195452	0.195682	
			164976	10.08	-13.1	0.354504	0.354425	0.354325	
			164993	55.54	-34.7	0.624968	0.623982	0.622970	
79	80	81	7006	43.95	-31.1	0.053259	0.053279	0.053404	
			7007	13.34	-41.7	0.636966	0.635683	0.634534	
			164938	7.50	-52.9	-0.121824	-0.121137	-0.120430	
			164961	9.46	-18.7	0.107164	0.107764	0.108240	
			164976	10.08	-13.1	0.324435	0.324410	0.324251	
82	83	84	164945	50.20	-9.5	-0.157207	-0.155018	-0.152913	
			164969	48.62	-56.5	0.016521	0.016228	0.015811	
			164973	5.49	-56.2	0.067163	0.066344	0.065659	
			164976	10.08	-13.1	0.604458	0.604697	0.604900	
			164986	58.16	-19.4	0.469065	0.467750	0.466543	
85	86	87	164961	9.46	-18.7	0.245555	0.245850	0.246143	
			164976	10.08	-13.1	0.341922	0.341837	0.341765	
			164938	7.50	-52.9	-0.042745	-0.042146	-0.041628	
			164945	50.20	-9.5	-0.003119	-0.002960	-0.002753	
			164993	55.54	-34.7	0.458387	0.457418	0.456473	
88	89	90	164945	50.20	-9.5	0.157281	0.158301	0.159177	
			164969	48.62	-56.5	-0.161947	-0.161878	-0.161612	
			164986	58.16	-19.4	0.504202	0.504186	0.504210	
			164993	55.54	-34.7	0.479002	0.478583	0.478149	
			164994	15.67	-28.7	0.021462	0.020808	0.020075	
91	92	93	164938	7.50	-52.9	-0.044232	-0.043602	-0.042894	
			164945	50.20	-9.5	0.184407	0.184879	0.185233	
			164961	9.46	-18.7	-0.005362	-0.005314	-0.005200	
			164976	10.08	-13.1	0.178848	0.178599	0.178367	
			164993	55.54	-34.7	0.686339	0.685439	0.684494	
94	95	96	164961	9.46	-18.7	0.015459	0.015607	0.015715	
			164976	10.08	-13.1	0.140503	0.140288	0.140091	
			164938	7.50	-52.9	0.068136	0.068755	0.069345	
			164945	50.20	-9.5	0.247006	0.247331	0.247676	
			164993	55.54	-34.7	0.528896	0.528019	0.527173	
97	98	99	164947	54.05	-6.0	0.031058	0.032047	0.033004	
			164950	58.72	-46.7	0.024850	0.025923	0.026964	
			164971	3.37	-7.5	0.490522	0.488563	0.486642	
			164973	5.49	-56.2	0.133442	0.134021	0.134569	
			164983	44.32	-16.9	0.320127	0.319446	0.318821	
100	101		164893	50.75	-17.2	-0.002163	-0.000767		
			164896	2.77	-40.5	-0.064774	-0.062515		
			164904	35.39	-49.2	0.415082	0.412275		
			164915	43.53	-19.7	0.151718	0.152643		
			164929	19.65	-31.8	0.500137	0.498363		

TÁBUA 2
DEPENDÊNCIAS

Exp. Fot.	SAO	Posição utilizada		Dependências			
		s	"				
102 103 104	164973	5.49	-56.2	-0.033195	-0.032686	-0.032102	
	164986	58.16	-19.4	-0.592986	-0.591452	-0.590119	
	164994	15.67	-28.7	0.800831	0.799724	0.798662	
	165010	42.70	-17.6	0.690460	0.689474	0.688595	
	165020	58.99	-7.8	0.134889	0.134941	0.134964	
105 106 107	164973	5.49	-56.2	-0.156421	-0.155202	-0.154091	
	164983	44.32	-16.9	-0.037370	-0.036976	-0.036571	
	164997	38.52	-29.3	0.294276	0.293146	0.292078	
	164999	53.66	-5.4	0.302788	0.302811	0.302904	
	165018	42.70	-17.6	0.596727	0.596221	0.595679	
108 109 110	164945	50.20	-9.5	0.301637	0.302561	0.303571	
	164969	48.62	-56.5	0.163038	0.162870	0.162766	
	164976	10.08	-13.1	0.266162	0.266558	0.266846	
	164986	58.16	-19.4	0.162089	0.161755	0.161403	
	164993	55.54	-34.7	0.107075	0.106255	0.105414	
111 112	164938	7.50	-52.9	0.163102	0.163819		
	164945	50.20	-9.5	0.312683	0.312984		
	164961	9.46	-16.7	0.015964	0.016227		
	164976	10.08	-13.1	0.096924	0.096750		
	164993	55.54	-34.7	0.411327	0.410220		
113 114 115	164927	7.46	-49.3	0.266772	0.267129	0.267987	
	164962	19.31	-7.2	-0.831455	-0.829040	-0.827800	
	164964	26.75	-38.0	-0.142841	-0.142466	-0.141459	
	164981	33.21	-28.8	1.904728	1.901380	1.897136	
	164992	54.22	-3.8	-0.197204	-0.197004	-0.195864	
116 117	164895	1.19	-24.8	0.175131	0.175800		
	164927	7.46	-49.3	0.279027	0.278841		
	164939	9.44	-17.8	0.108208	0.108568		
	164962	19.31	-7.2	0.187291	0.187036		
	164968	44.11	-40.7	0.250343	0.249754		
118 119 120	164973	5.49	-56.2	0.076166	0.076290	0.076479	
	164986	58.16	-19.4	0.385824	0.387451	0.389093	
	164994	15.67	-28.7	-0.079187	-0.080647	-0.082081	
	165018	42.70	-17.6	0.181752	0.180928	0.180051	
	165020	58.99	-7.8	0.435445	0.435977	0.436459	
121 122 123	164927	7.46	-49.3	0.201006	0.201674	0.202407	
	164962	19.31	-7.2	0.124911	0.125753	0.126759	
	164964	26.75	-38.0	0.148490	0.149002	0.149633	
	164981	33.21	-28.8	0.210115	0.209607	0.209015	
	7005	19.71	-48.9	0.315479	0.313965	0.312186	
124 125 126 127	164895	1.19	-24.8	0.121134	0.121447	0.121819	0.122202
	164927	7.46	-49.3	0.077296	0.076789	0.076211	0.075619
	164939	9.44	-17.8	0.315007	0.315674	0.316386	0.317108
	164962	19.31	-7.2	0.276368	0.276337	0.276356	0.276340
	164968	44.11	-40.7	0.210196	0.209753	0.209229	0.208731

TÁBUA 2
DEPENDÊNCIAS

Exp. Fot.	SAO	Posição utilizada		Dependências			
		s	"				
128 129 130	164945	50.20	-9.5	-0.215651	-0.214347	-0.213161	
	164969	48.62	-56.5	-0.254089	-0.254248	-0.254451	
	164976	10.08	-13.1	0.717171	0.717627	0.718072	
	164986	58.16	-19.4	0.338863	0.338359	0.338003	
	164993	55.54	-34.7	0.413706	0.412609	0.411537	
131 132 133	164961	9.46	-18.7	0.457101	0.457323	0.457612	
	164976	10.08	-13.1	0.483562	0.483406	0.483245	
	164938	7.50	-52.9	-0.050478	-0.049773	-0.049113	
	164945	50.20	-9.5	-0.167541	-0.167280	-0.166948	
	164993	55.54	-34.7	0.277356	0.276324	0.275203	
134 135	164962	19.31	-7.2	0.035462	0.036290		
	164964	26.75	-38.0	0.025662	0.026138		
	164972	3.68	-46.4	0.313174	0.314163		
	164981	33.21	-28.8	0.135724	0.134816		
	164992	54.22	-3.8	0.489976	0.488591		
136 137 138	164939	9.44	-17.8	-0.079565	-0.077933	-0.076412	
	164962	19.31	-7.2	0.093261	0.093314	0.093368	
	164964	26.75	-38.0	0.051131	0.051220	0.051224	
	164972	3.68	-46.4	0.734349	0.733360	0.732446	
	164961	33.21	-28.8	0.200624	0.200039	0.199374	
139 140 141 142	164895	1.19	-24.6	0.099765	0.100350	0.100976	0.101613
	164927	7.46	-49.3	-0.280961	-0.280849	-0.280827	-0.280885
	164939	9.44	-17.8	0.699642	0.699845	0.699937	0.700121
	164962	19.31	-7.2	0.398692	0.398214	0.397963	0.397614
	164968	44.11	-40.7	0.082863	0.082440	0.081951	0.081537
143 144 145	164973	5.49	-56.2	-0.334783	-0.333494	-0.332501	
	164983	44.32	-16.9	-0.022686	-0.022277	-0.021909	
	164997	36.52	-29.3	0.627690	0.626562	0.625575	
	164999	53.66	-5.4	0.209555	0.209539	0.209685	
	165018	42.70	-17.6	0.520224	0.519670	0.519150	
146 147 148	164945	50.20	-9.5	0.247863	0.248800	0.249758	
	164969	48.62	-56.5	0.267034	0.267087	0.267125	
	164986	58.16	-19.4	0.147070	0.147116	0.147129	
	164993	55.54	-34.7	0.136439	0.136129	0.135803	
	164994	15.67	-28.7	0.201594	0.200868	0.200185	
149 150 151	164945	50.20	-9.5	0.262079	0.263082	0.264089	
	164969	48.62	-56.5	0.268882	0.268973	0.269028	
	164986	58.16	-19.4	0.146701	0.146728	0.146769	
	164993	55.54	-34.7	0.130862	0.130496	0.130139	
	164994	15.67	-28.7	0.191476	0.190720	0.189975	
152 153 154	164945	50.20	-9.5	0.287587	0.289830	0.292273	
	164969	48.62	-56.5	0.255972	0.255616	0.255314	
	164973	5.49	-56.2	0.243636	0.243009	0.242337	
	164976	10.08	-13.1	0.081596	0.081631	0.081601	
	164986	58.16	-19.4	0.131207	0.129915	0.128475	

TÁBUA 2
DEPENDÊNCIAS

10.

Exp. Fot.	SAO	Posição utilizada		Dependências		
		s	"			
155 156 157	164945	50.20	-9.5	0.427281	0.428141	0.429066
	164986	58.16	-19.4	0.143816	0.143823	0.143817
	164993	55.54	-34.7	0.066955	0.066649	0.066248
	164969	48.62	-56.5	0.288908	0.288971	0.289091
	164994	15.67	-28.7	0.073040	0.072416	0.071778
158 159 160	164940	15.33	-15.5	0.006111	0.006353	0.006543
	164945	50.20	-9.5	0.551190	0.551936	0.552728
	164973	5.49	-56.2	0.021629	0.021264	0.020950
	164986	58.16	-19.4	0.500998	0.501206	0.501422
	164994	15.67	-28.7	-0.079927	-0.080760	-0.081643
161 162 163	164935	46.12	-27.1	0.295459	0.296244	0.296844
	164940	15.33	-15.5	-0.139633	-0.139776	-0.139833
	164945	50.20	-9.5	0.631976	0.632935	0.634073
	164973	5.49	-56.2	-0.226660	-0.227903	-0.229189
	164986	58.16	-19.4	0.438658	0.438500	0.438105
164 165	164893	50.75	-17.2	0.296450	0.298107	
	164896	2.77	-40.5	0.355288	0.357603	
	164904	35.39	-49.2	0.006143	0.004276	
	164915	43.53	-19.7	0.268122	0.268640	
	164929	19.65	-31.8	0.073497	0.071373	