

WANDERLIN JOSÉ DOS SANTOS

Comparação de Métodos para Determinação do Azimute de Segunda Ordem

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação
em Ciências Geodésicas para obtenção do Grau de Mestre em
Ciências pela Universidade Federal do Paraná.

Universidade Federal do Paraná
Janeiro 1979

COMPARAÇÃO DE MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DO AZIMUTE DE SEGUNDA
ORDEM

DISSERTAÇÃO

Apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas
para obtenção do Grau de Mestre em Ciências pela Universidade
Federal do Paraná

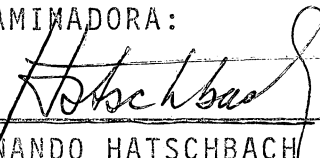
por

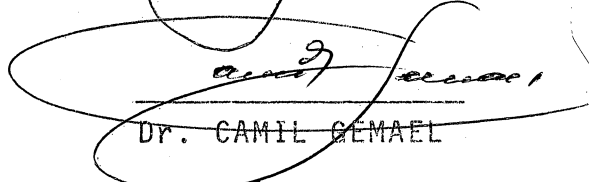
WANDERLIN JOSÉ DOS SANTOS, Engenheiro Agrimensor

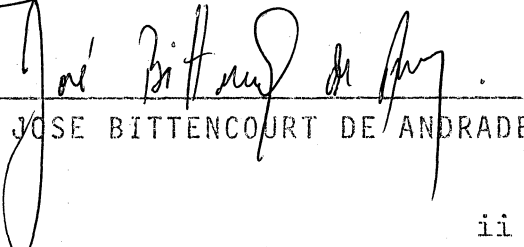
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

1979

BANCA EXAMINADORA:


MSc. FERNANDO HATSCHBACH - ORIENTADOR


DR. CAMIL GEMAEI


Ph.D JOSE BITTENCOURT DE ANDRADE

Dedicado com afeição
à minha esposa Regina,
à nossa filha Vivian
e aos meus pais,
Oswaldo e Elza
estímulos permanentes
para os meus ideais.

AGRADECIMENTOS

O autor deseja manifestar seus profundos agrade
cimentos:

ao Professor Fernando Hatschbach pelo trabalho
de orientação desta tese;

ao professor Camil Gemael, de cujo estímulo re
sultou este tema;

à CAPES pela bolsa de estudos concedida; e
aos colegas e amigos que de alguma forma contri
buiram para o êxito desta pesquisa.

SINOPSE

Este trabalho apresenta alguns dos principais métodos para a determinação do azimute.

Nas experiências realizadas procuramos estabelecer igualdade de condições de trabalho, para fazermos algumas comparações.

As experiências aqui apresentadas, mostram que o método "Azimute por Estrelas em Elongação", apresentou um desvio padrão compatível com os demais, porém com maiores facilidades de cálculos e operações de campo, destacando-se assim com larga vantagem sobre os outros analisados.

SYNOPSIS

This work presents some of the principal methods for the determination of azimuth.

Some comparisons were done among them and for this purpose equality of work conditions was tried.

The experiments show that the "STAR AZIMUTH ELONGATION METHOD" provide results as good as the other methods tested, as far as standard deviation is concerned. However, it shows to be the easiest both for computations and field operations, with a large advantage over the others.

SUMÁRIO

Título	ii
Dedicatória	iii
Agradecimentos	iv
Sinopse	v
Synopsis	vi
Lista de ilustrações	x

CAPÍTULO I

Introdução	01
------------------	----

CAPÍTULO II

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL ABSOLUTA DE UM ASTRO..	02
II.1 - Considerações Gerais	02
II.2 - Obtenção do Azimute da Mira	03
II.3 - Técnica do Método Quando o Astro Observado for o Sol..	04
II.4 - Caderneta de Observações	06
II.5 - Exemplo.....	07
II.6 - Técnica do Método Quando o Astro Observado for uma Estrela.....	09
II.7 - Caderneta de Observações.....	11
II.8 - Exemplo.....	12

CAPÍTULO III

DETERMINAÇÃO DO AZIMUTE POR ESTRELAS EM ELONGAÇÃO	14
III.1 - Considerações Gerais.....	14
III.2 - Técnica do Método.....	18
III.3 - Sequência de Operações.....	19
III.4 - Caderneta de Observações.....	20
III.5 - Exemplo.....	21

CAPÍTULO IV

AZIMUTE POR ESTRELAS EM CIRCUM-ELONGAÇÃO	22
IV.1 - Considerações Gerais.....	22
IV.2 - Leituras em Circum-Elongação.....	24
IV.3 - Obtenção dos Valores de C	25
IV.4 - Técnica do Método	27
IV.5 - Caderneta de Observações	30
IV.6 - Exemplo.....	31

CAPÍTULO V

DETERMINAÇÃO DO AZIMUTE PELA σ OCTANTIS.....	34
V.1 - Considerações Gerais.....	34
V.2 - Essência do Método.....	35
V.3 - Obtenção dos Elementos de Calagem.....	38
V.3.1 - Obtenção do Valor da Altura(h)	38
V.3.1 - Obtenção do Valor do Azimute(A)	39
V.4 - Técnica do Método.....	40
V.4.1 - Condições Básicas.....	40
V.4.2 - Sequência de Operações.....	40
V.5 - Caderneta de Observações.....	42
V.6 - Exemplo.....	43
V.6.1 - Folha de Cálculo.....	43

CAPÍTULO VI

OBSERVAÇÕES REALIZADAS E VALORES ENCONTRADOS.....	44
VI.1 - Valores Encontrados nas Determinações do Azimute por Distâncias Zenitais Absolutas do Sol.....	45
VI.2 - Valores Encontrados nas Determinações do Azimute por Observações de Estrelas em Função da Distância Zenital Absoluta.....	46
VI.3 - Valores Encontrados nas Determinações do Azimute por Observações de Estrelas em Elongação.....	47
VI.4 - Valores Encontrados nas Determinações do Azimute por Observações de Estrelas em Circum-Elongação.....	48
VI.5 - Valores Encontrados nas Determinações do Azimute por Observações da Estrela σ Octantis.....	49

CAPÍTULO VII

CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO DA MÉDIA PARA CADA UM DOS MÉTODOS APRESENTADOS.....	50
VII.1 - Quadro Comparativo Referente ao Desvio Padrão da Média.....	50
VII.2 - Azimute por Distância Zenital Absoluta do Sol , Cálculo do Desvio Padrão da Média.....	51
VII.3 - Azimute por Distância Zenital Absoluta de Estrelas, Cálculo do Desvio Padrão da Média.....	52
VII.4 - Azimute por Estrelas em Elongação, Cálculo do Desvio Padrão da Média.....	53
VII.5 - Azimute por Estrelas em Circum-Elongação, Cálculo do Desvio Padrão da Média.....	54

VII.6 - Azimute pela Estrela Polar Sul σ Octantis, Cálculo do Desvio Padrão da Média.....	55
--	----

CAPÍTULO VIII

COMPARAÇÃO E CONCLUSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS.....	56
VIII.1 - Comparação Quanto ao Aspecto Precisão.....	56
VIII.2 - Comparação Quanto ao Aspecto Operações de Campo e Cálculos.....	56
VIII.3 - Conclusão e Recomendação.....	56
APÊNDICES.....	58
Apêndice I - Programa para o Cálculo do Desvio Padrão da Média.....	59
ApêndiceII - Cadernetas de Observações para Determinação do Azimute em Função da Distância Zenital Absoluta do Sol.....	60
ApêndiceIII- Cadernetas de Observações para a Determinação do Azimute em Função da Distância Zenital Absoluta de Estrelas.....	70
Apêndice IV- Cadernetas de Observações para Determinação do Azimute por Estrelas em Elongação.....	80
Apêndice V - Cadernetas de Observações para Determinação do Azimute por Estrelas em Circum-Elongação.....	86
ApêndiceVI - Cadernetas de Observações para Determinação do Azimute pela Estrela σ Octantis.....	96
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	106

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura	Página
I Triângulo de Posição (caso geral).....	02
II Esfera Celeste (obtenção do azimute da mira, caso geral).....	03
III Posições para Observação ao Sol.....	05
IV Gráfico para Obtenção do Azimute da Mira (caso geral).	10
V Triângulo de Posição (para aplicação da regra de MAUDUIT).....	15
VI Esfera Celeste (determinação do ângulo horário).....	15
VII Gráfico para Determinação dos Valores de C	23
VIII Triângulo de Posição (para aplicação da fórmula das cotangentes).....	35
IX Esfera Celeste (determinação do azimute da mira para o caso da estrela σ Octantis).....	36
X Gráfico para Determinação dos Elementos de Calagem para o Caso da Estrela σ Octantis.....	37
XI Esfera Celeste (mostrando obtenção de $h = \phi \pm P_s k$).....	39

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

A determinação do azimute de uma direção torna-se indispensável quando deparamos com trabalhos de Astronomia e Geodésia. Um dos grandes problemas que os geodestas enfrentam é a re-orientação da cadeia de triangulação. Para tanto torna-se necessário o controle do azimute em espaços aproximadamente regulares.

Em Topografia bem como em quase todos serviços de Engenharia, é também o azimute o elemento responsável pela orientação, ainda que nesses casos não seja necessário rigor de precisão na determinação do meridiano. O mesmo não é verdade em Geodésia, onde a precisão é primordial.

Vamos expor alguns dos principais métodos para a determinação do azimute de segunda ordem, entre eles os seguintes: Determinação do Azimute em Função da Distância Zenital Absoluta do Sol; Determinação do Azimute em Função da Distância Zenital Absoluta de Estrelas; Determinação do Azimute por Estrelas em Elongação; Determinação do Azimute por Estrelas em Circum-Elongação e Determinação do Azimute pela Estrela Polar Sul σ Octantis.

Nos métodos aqui mencionados procuramos estabelecer igualdade de condições de trabalho, tanto para observação no campo bem como para a parte de cálculos, afim de que pudéssemos ter maior confiança nos resultados obtidos.

CAPÍTULO II

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL ABSOLUTA DE UM ASTRO

II.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Este método consiste na medida da distância zenital de um astro numa posição qualquer, quando conhecida a latitude (ϕ) do lugar (8). Na determinação do azimute em função da distância zenital absoluta de um astro, devemos observá-lo nas proximidades do primeiro vertical, isto é, quando seu azimute estiver próximo de 90° ou 270° , como mostram (3), (14), (18) e (20).

Quando o astro observado for o Sol, torna-se necessário o conhecimento da hora legal, com aproximação de minuto, para atualização da declinação.

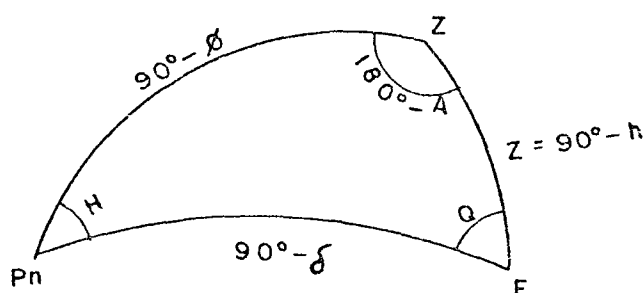


FIG. I

Seja Z a distância zenital do astro e A o seu azimute, contado de 0 a 360° a partir do sul, no sentido SW NE.

No triângulo de posição (fig. I), conhecidos ϕ , δ e Z , aplicando a êle a fórmula dos quatro elementos teremos:

$$\cos(90^\circ - \delta) = \cos(90^\circ - \phi)\cos Z + \sin(90^\circ - \phi)\sin Z \cos(180^\circ - A)$$

$$\sin \delta = \sin \phi \cos Z - \cos \phi \sin Z \cos A$$

logo,

$$\boxed{\cos A = \frac{\text{sen}\phi \cos Z - \text{sen}\delta}{\cos\phi \text{sen}Z}} \dots\dots\dots(\text{II.1.1})$$

Para efeito de análise de sinal, examinando a fórmula acima veremos o que ocorre:

$$\cos A = + \begin{cases} 1^\circ & \text{observação a oeste} \\ \text{quadrante} & \\ 4^\circ & \text{observação a leste} \end{cases}$$

$$\cos A = - \begin{cases} 2^\circ & \text{observação a oeste} \\ \text{quadrante} & \\ 3^\circ & \text{observação a leste} \end{cases}$$

II.2 - OBTENÇÃO DO AZIMUTE DA MIRA

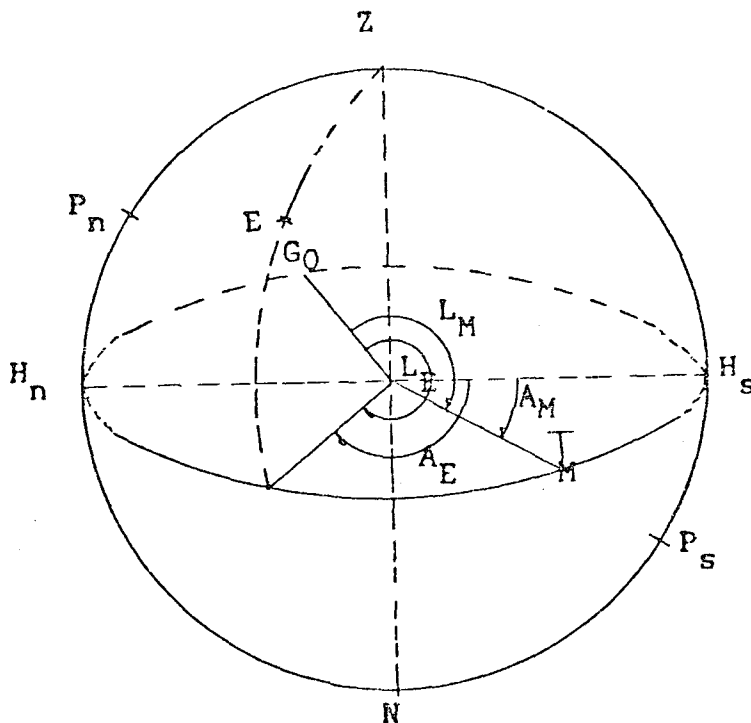


Fig. II

Na fig. acima representamos por $H_s H_n$ o plano do horizonte do observador, por G_0 a direção onde se encontra a graduação zero do instrumento e por M uma mira; ZE é o vertical de um astro qualquer.

Consideremos ainda:

A_M : azimute da mira

A_E : azimute do astro

L_M : leitura da mira

L_E : leitura do astro

Da (fig. II), obtemos: $L_M - A_M = L_E - A_E$. Portanto temos

$$\boxed{A_M = L_M + A_E - L_E} \dots\dots\dots(\text{II.2.1})$$

II.3 - TÉCNICA DO MÉTODO QUANDO O ASTRO OBSERVADO FOR O SOL

1 - Após instalado e nivelado o instrumento, visa-se o Sol.

2 - Visando-se o Sol segundo as posições 1 e 2 ou 3 e 4, (fig. III) eliminá-se das leituras horizontais o valor do semi-diâmetro aparente.

3 - Visando-se o Sol segundo as posições 1 e 4 ou 2 e 3, (fig. III) elimina-se das leituras zenitais o valor do semi-diâmetro aparente.

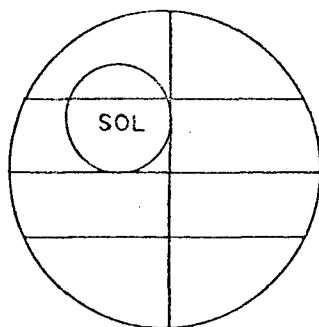
4 - Para minimizar as incertezas da refração atmosférica, visa-se o Sol em distância zenital não superior a 50°.

5 - O ponto fixo tomado como sinal (mira), poderá ser uma torre de igreja, um parafuso situado na ponta de um poste de iluminação pública, etc., afastados pelo menos 300 metros da estação de observação.

A visada do sinal (mira), poderá ser feita antes ou depois da visada ao sol, a critério do observador, ou antes e depois. Neste último caso adota-se a média das duas.

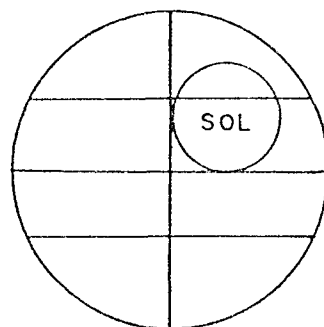
DE MANHÃ

PD DA LUNETA



1

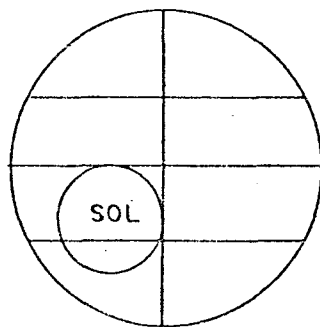
PI DA LUNETA



2

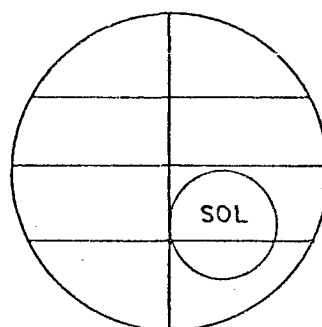
A TARDE

PD DA LUNETA



3

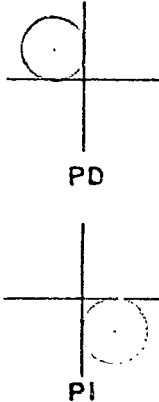
PI DA LUNETA



4

FIG. III

II-4 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL			
ABSOLUTA DO SOL			
VISADAS SOBRE A MIRA			OBS
	CÍRCULO HORIZONTAL		
PD	005º 26' 01,0"		
PI	185º 26' 02,0"		
	005º 26' 01,5"		
VISADAS SOBRE O SOL			
	HORA LEGAL	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL
PD	14h57min	307º 26' 34,7"	49º 39' 36,0"
PI	14h56min	128º 44' 55,7"	49º 17' 27,0"
	14h56,5min	308º 05' 45,2"	49º 28' 31,5"
LOCAL: Goiânia DATA: 09-08-78 ϕ : -16º 41' 32" L: -3h 17min 17s PRESSÃO: 699 mmHg BORDO:----- TEMP.: 30ºC TEODOLITO: T3 QUADRANTE: NW OPERADOR: WJS			CROQUIS 

II.5 - EXEMPLO

Calcular o azimute da mira num local de latitude(ϕ)=-16°41'32" longitude(L)=-3h 17min 17s, em função dos elementos da caderneta de observações.

a) - Cálculo do azimute do Sol

a.1) - Cálculo da distância zenital

$$Z = Z' + R - p \pm sd \quad e \quad Z' = \frac{360^\circ + Dv - Iv}{2}$$

Fórmulas apresentadas por (18)

$$Z' = \frac{360^\circ + 49^\circ 39' 36'' - 310^\circ 42' 33''}{2} \quad \text{portanto temos}$$

$$Z' = 49^\circ 28' 31,5''$$

R(refração)= $R_m \cdot ctp$; em função de Z' , da temperatura e da pressão, fornecidos por (1) e (2).

$$R_m = 65,2''$$

$$ctp = 0,888$$

logo temos que $R = 65,2 \cdot 0,888$, portanto temos

$$R = 57,9''$$

p(paralaxe)= em função da altura(h), onde $h = 90^\circ - Z'$, diretamente retiramos de (1) ou (2), portanto temos

$$p = 5,5''$$

sd(semi-diâmetro)= em função da data da observação, retiramos também de (1) ou (2).

Como mostra o croqui na caderneta de observações, não há necessidade de corrigir o semi-diâmetro.

Portanto temos:

$$\begin{array}{rcl} Z' & = & 49^\circ 28' 31,5'' \\ + R & = & 57,9'' \\ - p & = & 05,5'' \end{array}$$

logo, $Z' + R - p = 49^\circ 29' 23,9''$ finalmente temos

$$Z = 49^\circ 29' 23,9''$$

a.2) - Cálculo da declinação (δ)

$\delta = \delta_o + (HL - F) \cdot \Delta\delta_o$, fórmula apresentada por (18). δ_o e $\Delta\delta$, encontramos nas efemérides do Sol, em função da data de observação.

$$\delta_o = 16^\circ 01' 16''$$

$$\Delta\delta = -42,9''$$

logo, $\delta = 16^\circ 01' 16'' + \{14h 56min 30s - (-3h)\} \cdot (-42,9'')$

finalmente temos $\delta = 15^\circ 48' 26,3''$

a.3) - Cálculo do azimute do Sol

Utilizando a fórmula (II.1.1): $\cos A = \frac{\sin\phi \cos Z - \sin\delta}{\cos\phi \sin Z}$

A trajetória do Sol está ao norte do equador no período de 21 de março a 21 de setembro e ao sul no período de 22 de setembro a 20 de março. Como a observação foi realizada em agosto, temos o Sol ao norte e pelo fato dela ter sido realizada à tarde, o Sol se encontra no segundo quadrante, NW logo o seu azimute será:

$$A_{\text{Sol}} = 129^\circ 04' 06,8''$$

b) - Cálculo da leitura da mira, utilizando a fórmula mostrada por (12) e (18) $L_M = (DH + IH) / 2 \pm 90^\circ$

$$L_M = \frac{05^\circ 26' 01'' - 185^\circ 26' 02''}{2} + 90^\circ$$

Temos finalmente $L_M = 05^\circ 26' 01,5''$

c) - Cálculo da leitura do astro (Sol) $L_A = \frac{DH + IH}{2} \pm 90^\circ$

$$L_A = \frac{307^\circ 26' 34,7'' + 128^\circ 44' 55,7''}{2} + 90^\circ$$

Temos finalmente $L_A = 308^\circ 05' 45,2''$

d) - Cálculo do azimute da mira

Como já temos os valores de L_M , A_E e L_A , basta introduzi-los na fórmula (II.2.1)

$$A_M = L_M + A_E - L_A$$

Temos finalmente o valor do azimute da mira

$$A_M = 186^\circ 24' 23,1''$$

II.6 - TÉCNICA DO MÉTODO QUANDO O ASTRO OBSERVADO FOR UMA ESTRELA

Com o auxílio de um "Atlas Celeste" (10), escolhe-se para observar uma estrela de segunda, terceira, etc. grandeza. Quanto menor a grandeza, maior será a precisão de calagem do astro. Como já vimos a estrela deve estar próxima do primeiro vertical.

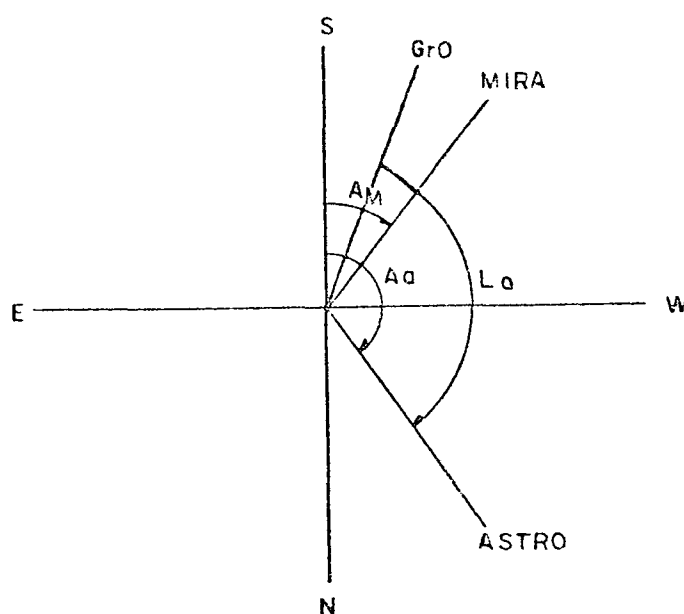
Após instalado e nivelado o instrumento, visa-se um ponto distante pelo menos 300 metros, ponto este que vai constituir a mira. De um modo geral, nas cidades toma-se como mira um canto de torre ou uma antena, desde que estejam iluminadas. No campo um simples prego (iluminado) preso a uma árvore serve como mira.

A visada da mira é feita nas duas posições do instrumento ou seja, posição direta e inversa. Pronta esta operação, apontamos para a estrela e observamos a sua passagem no cruzamento dos fios reticulares, lendo os círculos horizontal e vertical, bem como o nível de cavalete ou similar, com zero à esquerda (E) e zero a direita (D). Invertendo a luneta, visa-se novamente a estrela e repete as leituras dos círculos e nível.

É aconselhável no final de cada observação verificar se o círculo horizontal não sofreu nenhuma alteração, visando novamente a mira nas duas posições e lendo o círculo horizontal.

Um gráfico (fig.IV), é de grande valia, porque facilita o calculista no momento de obter o azimute da mira.

O cálculo do azimute poderá ser feito considerando as duas visadas para estrela, como sendo uma observação, tomando-se a média das distâncias zenitais o que corresponde também a média das leituras do círculo horizontal.

FIG. IV

II.8 - EXEMPLO

Calcular o azimute da mira num local de latitude (ϕ)=-16°41'32" longitude(L)=-3h 17min 17s, em função dos elementos da caderneta de observações.

a) - Cálculo do azimute da estrela

a.1) - Cálculo da distância zenital onde

$Z = Z' + R$ e $Z' = (360^\circ + D_v - I_v)/2$, fórmulas apresentadas por (12).

Então temos: $Z' = (360^\circ + 63^\circ 35' 17,2'' - 296^\circ 05' 15,2'')/2$

$$\text{portanto } Z' = 63^\circ 45' 01,0''$$

$R = R_m \cdot \text{ctp}$, fato idêntico ao exemplo anterior (caso do Sol)

$$R_m = 112,6''$$

$$\text{ctp} = 0,92$$

$$R = 112,6'' \cdot 0,92 \text{ portanto } R = 103,59'' = 01' 43,59''$$

Como $Z = Z' + R$, temos finalmente

$$Z = 63^\circ 46' 44,59''$$

a.2) - Cálculo da declinação do astro (estrela)

Retiramos diretamente das efemérides, em função da data da observação (1) ou (2):

$$\text{Logo temos } \delta = -42^\circ 25' 05,54''$$

a.3) - Cálculo do azimute da estrela

Utilizando a fórmula (II.1.1)

$$\cos A = \frac{\text{sen}\phi \cos Z - \text{sen}\delta}{\cos\phi \text{sen}Z}$$

Como a estrela se encontra no quarto quadrante obtemos imediatamente o seu valor:

$$A_E = 309^\circ 35' 26,9''$$

b) - Cálculo da leitura da mira (fórmula vista anteriormente)

$$L_M = (DH + \mp H)/2 \pm 90^\circ$$

$$L_M = \frac{216^\circ 24' 24'' + 36^\circ 24' 24''}{2} + 90^\circ$$

Finalmente temos $L_M = 216^\circ 24' 24''$

c) - Cálculo da leitura da estrela

$$L_E = \frac{DH + IH}{2} + 90^\circ + \frac{K}{4} \{D+D' - (E-E')\} \cotg Z'$$

onde:

K: constante instrumental (nível de cavalete)

D: leitura do nível de cavalete com zero a direita (na posição inversa)

E: leitura do nível de cavalete com zero a esquerda (na posição inversa)

como $D+D' - (E-E') = 24-24 = 0$ teremos finalmente

$$L_E = 339^\circ 35' 24,3''$$

d) - Cálculo do azimute da mira, fórmula (II.2.1)

$$A_M = L_M + A_E - L_E$$

Introduzindo os valores de L_M , A_E e L_E , teremos finalmente

$A_M = 186^\circ 24' 26,6''$

CAPÍTULO III

DETERMINAÇÃO DO AZIMUTE POR ESTRELAS EM ELONGAÇÃO

III.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Um astro está em elongação quando seu azimute passa por um máximo ou por um mínimo ou seja quando a velocidade azimutal, derivada do azimute em relação ao tempo, é nula, isto é, no triângulo de posição (fig. V), o ângulo paralático (Q) = 90° , como mostram (3), (14), (18) e (20).

Para uma estrela elongar, a sua declinação (δ) deverá ser maior que a latitude (ϕ) do lugar, em módulo, ou seja $|\delta| > |\phi|$ (20). Para que aconteça acima do horizonte deverão ser do mesmo sinal, negativo (-) para o hemisfério sul e positivo (+) para o hemisfério norte.

Como vimos acima, sendo o ângulo paralático (Q) = 90° , o triângulo de posição passa ser retângulo no astro, *o vertical do astro tangencia o paralelo por ele descrito* (14).

Quando o triângulo de posição é retângulo (fig. V), a regra de MAUDUIT nos fornece imediatamente:

Para o ângulo horário (H) temos:

$\cos H = \cotg(90^\circ - \phi) \cotg\{90^\circ - (90^\circ - \delta)\}$, finalmente temos

$$\boxed{\cos H = \frac{\operatorname{tg}\phi}{\operatorname{tg}\delta}} \dots\dots\dots(\text{III.1.1})$$

Conhecendo a hora sideral, o ângulo horário (H) poderá ser obtido também da seguinte maneira (fig. VI):

γ = ponto vernal

H_γ = ângulo horário do ponto vernal

α = ascensão reta

δ = declinação

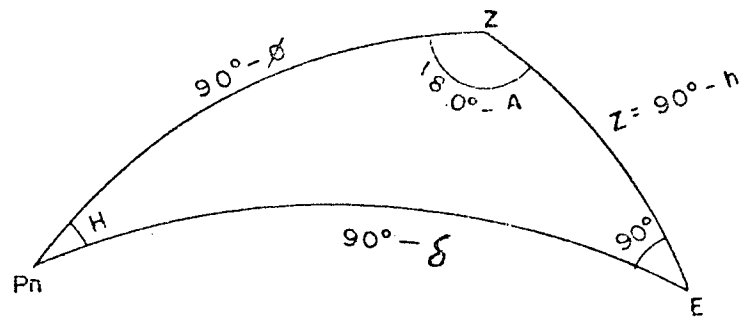


FIG. V

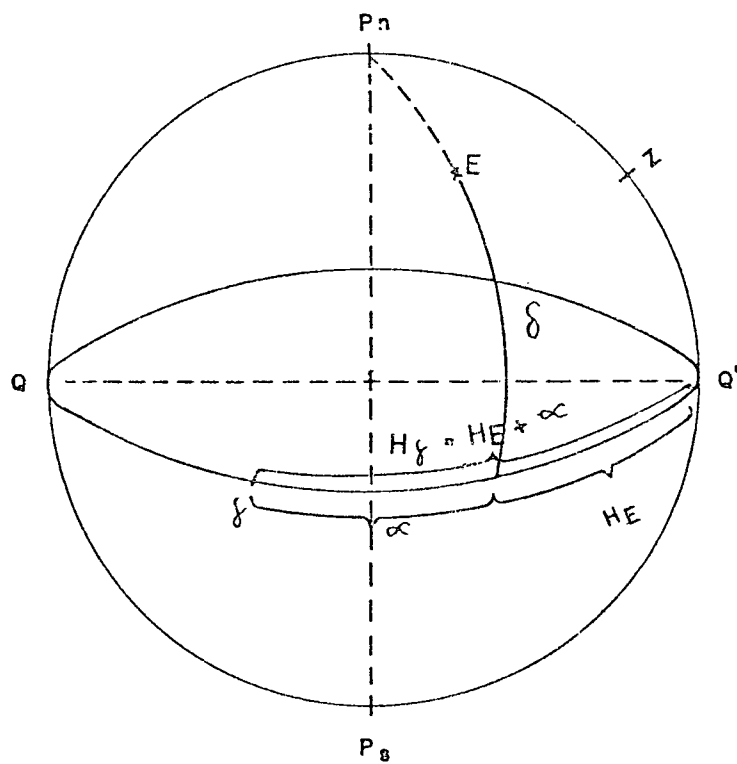


FIG. VI

E = estrela

H_E = ângulo horário da estrela

Por definição, hora sideral = ângulo horário do ponto vernal ou seja

$$\boxed{S = H + \alpha} \quad \dots\dots\dots(III.1.2)$$

Diretamente da (fig. VI), temos $H_Y = H_E + \alpha_E = S$, finalmente temos:

$$\boxed{H_E = S - \alpha_E} \quad \dots\dots\dots(III.1.3)$$

Para a altura (h) e a distância zenital (Z) vem:

$$\cos(90^\circ - \phi) = \text{sen}\{90^\circ - (90^\circ - h)\} \text{sen}\{90^\circ - (90^\circ - \delta)\}$$

$\text{sen}\phi = \text{sen}h\text{sen}\delta$, finalmente temos:

$$\boxed{\text{sen}h = \frac{\text{sen}\phi}{\text{sen}\delta}} \quad \dots\dots\dots(III.1.4)$$

ou

$$\boxed{\cos Z = \frac{\text{sen}\phi}{\text{sen}\delta}} \quad \dots\dots\dots(III.1.5)$$

Para o azimute vem:

$$\cos\{90^\circ - (90^\circ - \delta)\} = \text{sen}(90^\circ - \phi) \text{sen}(180^\circ - A)$$

$\cos\delta = \cos\phi\text{sen}A$, finalmente temos:

$$\boxed{\text{sen}A = \frac{\cos\delta}{\cos\phi}} \quad \dots\dots\dots(III.1.6)$$

Para se observar a estrela no momento da elongação é preciso que se conheçam os elementos de calagem ou seja, a distância zenital (Z) e o azimute (A), bem como a hora sideral em que a estrela alonga.

A determinação de azimute por estrelas em elongação é um dos mais simples métodos que existe em Astronomia de campo (8).

Efetuada uma análise na fórmula (III.1.6), vejamos o que ocorre:

$$\begin{aligned} \text{senA} = + & \left\{ \begin{array}{l} 1^\circ \\ 2^\circ \end{array} \right. \text{ quadrante} \\ \text{senA} = - & \left\{ \begin{array}{l} 3^\circ \\ 4^\circ \end{array} \right. \text{ quadrante} \end{aligned}$$

Quando a elongação ocorrer no 2º e 4º quadrante, a estrela se encontra abaixo do horizonte, portanto, não nos interessa. Conclui-se que o azimute só pode estar no 1º ou 4º quadrante, isto se dará quando a elongação for a oeste (W) ou leste (E) respectivamente.

Com auxílio de uma lista de estrelas em elongação (9), podemos identificar qual estrela que estará em elongação, em função da latitude do lugar e da hora sideral, bem como a sua posição em relação ao meridiano, ou seja, a estrela elonga a leste (E) ou oeste (W).

Para o cálculo do azimute pela fórmula (III.1.6), procede-se da seguinte maneira:

Quando a estrela se encontrar a leste (E), considera-se o valor encontrado negativo (-) e subtrai-se de 360º, pelo fato dos círculos horizontais dos instrumentos serem graduados de 0º a 360º no sentido horário. Quando a estrela se encontrar a oeste (W), o valor encontrado será o próprio azimute.

O valor do azimute pode ser obtido através de um número pequeno de observações, porém, normalmente efetuamos várias observações, com estrelas situadas a leste (E) e oeste (W) e no final tiramos a média dos valores encontrados.

III.2 - TÉCNICA DO MÉTODO

Como em quase todos trabalhos de Astronomia, primeiramente calculamos a hora sideral do início das observações. Feito isto, com posse de uma lista de estrelas em elongação (9), escolhemos a estrela em função da latitude e da hora sideral do início. Escolhida a estrela para a observação, calcula-se seu azimute e a distância zenital referente ao instante da elongação. Imediatamente após a observação faz-se a leitura do círculo horizontal, no momento da elongação. Após isto pode-se determinar o azimute da mira.

Quando a estrela está elongando ela percorre o fio vertical do instrumento. Devido a este fato o observador deve acompanhar seu movimento, observando se realmente ela está caminhando sobre o fio vertical do retículo.

Para um observador neófito é sempre útil verificar o movimento do astro pouco antes e pouco depois da elongação, para ter certeza se realmente aconteceu o fenômeno da elongação (8).

Como diz CHAGAS; (07), *este é um dos métodos mais simples em Astronomia de Campo*; ele é tão simples que um observador com pouca prática pode encontrar a estrela sem conhecer previamente seu azimute aproximado. Com auxílio de um Atlas Celeste do Brasil (10), ele identificará perfeitamente e até mesmo com facilidade onde se encontra o astro.

Portanto, bastará apontar para a estrela e aguardar o instante da elongação.

III.3 - SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES

- 1) - Determinar a hora para o instante da elongação.
- 2) - Determinar os elementos de calagem, caso o observador não se ache em condições de identificar a estrela.
- 3) - Instala-se o instrumento (teodolito) sobre a estação de observação.
- 4) - Calar as bolhas rigorosamente.
- 5) - Apontar para mira e ler o ângulo horizontal.
- 6) - Apontar para a estrela pelo menos cinco minutos antes do horário previsto à elongação, afim de que o observador possa acompanhar o movimento do astro.
- 7) - Após ocorrida a elongação, ler o ângulo horizontal.
- 8) - Visar novamente a mira e ler o ângulo horizontal.
- 9) - Repetir do ítem 5 ao 8 para outras observações.

III-4 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE POR ESTRELAS EM ELONGAÇÃO			
LOCAL: Goiânia		DATA: 11-08-78	
ϕ : -16° 41' 32"		INICIO: 20h 40min Legais	
L: -3h 17min 17s		TEODOLITO: T3	
PONTO VISADO		ELEMENTOS DE CALAGEM	LEITURA DO CÍRCULO HORIZONTAL
MIRA	PD		186° 24' 34"
	PI		006° 24' 34"
ESTRELA ϵ Gru (3,7) E		$A_0 = 319° 23' 10,7''$ $Z_0 = 68° 26' 41''$ HL = 20h40min	319° 23' 17,1"
ESTRELA β Cru (1,5) W		$A_0 = 319° 55' 02,4''$ $Z_0 = 70° 32' 34''$ HL = 21h 03min	319° 55' 12,3"
MIRA	PD		186° 24' 34"
	PI		006° 24' 34"
OBS:			
OPERADOR: WJS			

III.5 - EXEMPLO

Calcular o azimute da mira em Goiânia, latitude (ϕ) = $-16^{\circ} 41' 32''$ e longitude (L) = $-3h 17min 17s$, em função dos elementos da cader-neta de observações.

Na fórmula (II.2.1) $A_M = L_M + A_E - L_E$. O valor de A_E é calculado pela fórmula (III.1.6).

$\text{sen}A = \frac{\cos\delta}{\cos\phi}$, este valor também é um dos elementos de calagem, então tem-se:

$$\text{para } \epsilon\text{Gru } A_E = 319^{\circ} 23' 10,67'' \text{ (E)}$$

$$\text{para } \beta\text{Cru } A_E = 31^{\circ} 55' 02,37'' \text{ (W)}$$

Introduzindo na (II.2.1) teremos:

$\epsilon\text{Gru(E)}$
$L_M = 186^{\circ} 24' 34,00''$
$A_E = 319^{\circ} 23' 10,67''$
$L_M + A_E = 505^{\circ} 47' 44,67''$
$- L_E = 319^{\circ} 23' 17,10''$
$= 186^{\circ} 24' 27,57''$

Finalmente

$A_M = 186^{\circ} 24' 27,57''$

$\beta\text{Cru(W)}$
$L_M = 186^{\circ} 24' 34,00''$
$A_E = 31^{\circ} 55' 02,37''$
$L_M + A_E = 217^{\circ} 79' 36,37''$
$- L_E = 31^{\circ} 55' 12,30''$
$= 186^{\circ} 24' 24,07''$

Finalmente

$A_M = 186^{\circ} 24' 24,07''$

CAPÍTULO IV

AZIMUTE POR ESTRELAS EM CIRCUM-ELONGAÇÃO

IV.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Este método é semelhante ao da elongação porém, ao invés de observar a estrela no instante da elongação, observa-se pouco antes e pouco depois (12). Devido a este fato o processo denomina-se Circum-Elongação.

No capítulo anterior foi vista a determinação do azimute por estrelas em elongação; as fórmulas serão agora de grande utilidade.

A fórmula (III.1.6): $\text{sen}A = \frac{\cos\delta}{\cos\phi}$, dá o azimute na elongação.

Para o cálculo do azimute da mira, fórmula:

(II.2.1): $A_M = L_M + A_E - L_E$; teoricamente o problema estaria resolvido porque, tem-se os elementos suficientes para tal:

L_M : lê-se

A_E : calcula-se

L_E : lê-se

Porém, vai se observar L_E antes e depois da elongação.

Foram vistas no capítulo anterior as fórmulas:

$$(III.1.1) : \cos H_E = \frac{\text{tg}\phi}{\text{tg}\delta} \quad e,$$

$$(III.1.2) : S = H_E + \alpha$$

Como as estrelas alongam a leste (E) e oeste (W), a expressão (III.1.2) pode ser escrita da seguinte maneira (23): $S = \alpha \pm H_E$, onde o sinal positivo (+) corresponde às elongações a oeste (W) e negativo (-) elongações a leste (E).

Logo, o instante cronométrico da elongação será:

$$S_E = T_E + E \quad \dots\dots\dots(\text{IV.1.1})$$

$$T_E = S_E - E \quad \dots\dots\dots(\text{IV.1.2})$$

$$T = H + \alpha - E \quad \dots\dots\dots(\text{IV.1.3})$$

Neste método, pelo fato de observar a estrela antes e depois da elongação, devem-se fazer no mínimo três observações de cada lado (18) (cinco é um número considerado bom) e ler a leitura horizontal $L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$ e o instante cronométrico $T_1, T_2, T_3, \dots, T_n$. Interessa portanto a redução dessas várias leituras horizontais da estrela, retiradas do instrumento (teodolito) à leitura L_E correspondente ao instante de elongação (12), (19), (23).

Em outras palavras, seria calcular termos corretivos $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$, que somados algebricamente a $L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$, nos dessem n valores de L_E (leitura horizontal do instante da elongação) das quais obtém-se um valor médio L_E .

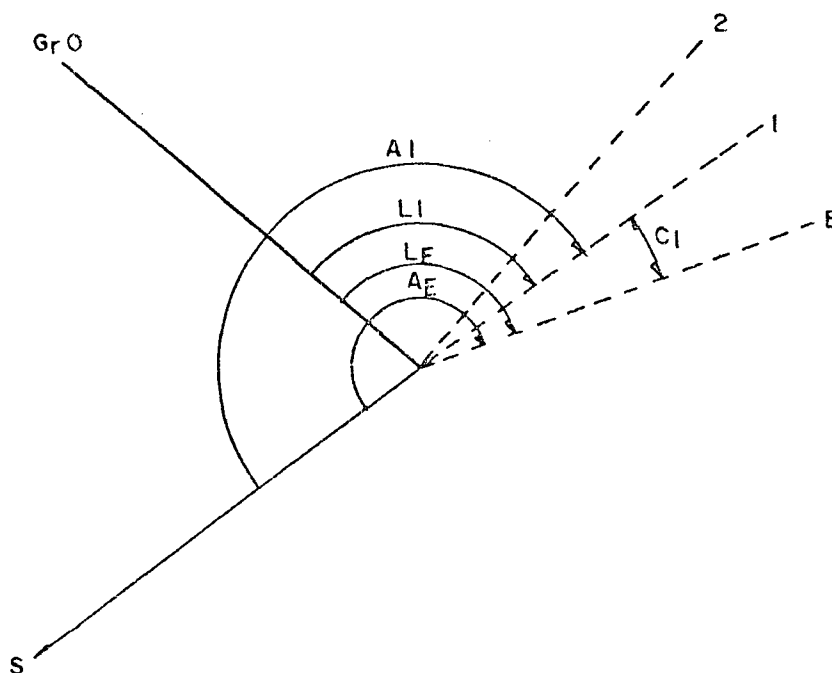


FIG. VII

IV.3 - OBTENÇÃO DOS VALORES DE \underline{C}

Aplicando a fórmula dos cinco elementos e analogia dos senos ao triângulo de posição (fig.I), tem-se:

$$\text{senZsenA} = \text{cos}\delta\text{senH} \dots\dots\dots(\text{IV.3.1})$$

$$-\text{senZcosA} = \text{sen}\delta\text{cos}\phi - \text{cos}\delta\text{sen}\phi\text{cosH} \dots\dots\dots(\text{IV.3.2})$$

No instante da elongação temos:

$$\text{senA}_E = \frac{\text{cos}\delta}{\text{cos}\phi} \dots\dots\dots(\text{IV.3.3})$$

$$\text{cosH}_E = \frac{\text{tg}\phi}{\text{tg}\delta} = \frac{\text{cos}\delta\text{sen}\phi}{\text{cos}\phi\text{sen}\delta} \quad \text{donde:}$$

$$\frac{\text{cos}\delta}{\text{cos}\phi} = \frac{\text{cosH}_E\text{sen}\delta}{\text{sen}\phi} \dots\dots\dots(\text{IV.3.4})$$

Introduzindo a (IV.3.4) na (IV.3.3) teremos:

$$\text{senA}_E = \frac{\text{cosH}_E\text{sen}\delta}{\text{sen}\phi} \dots\dots\dots(\text{IV.3.5})$$

Efetuando a multiplicação da (IV.3.2) pela (IV.3.5) vem:

$$-\text{senZcosAsenA}_E = \frac{\text{sen}\delta\text{cos}\phi\text{cosH}_E\text{sen}\delta}{\text{sen}\phi} - \frac{\text{cos}\delta\text{sen}\phi\text{cosH}_E\text{cosH}_E\text{sen}\delta}{\text{sen}\phi} \quad \text{e de}$$

acôrdo com a (IV.3.4) teremos:

$$-\text{senZcosAsenA}_E = \text{sen}\delta\text{cos}\delta - \text{cos}\delta\text{sen}\delta\text{cosH}_E\text{cosH}_E \dots\dots\dots(\text{IV.3.6})$$

Considerando a expressão $\text{cosA}_E = -\text{sen}\delta\text{senH}_E$, e multiplicando pela (IV.3.1) tem-se:

$$\text{senZsenAcosA}_E = -\text{cos}\delta\text{senHsen}\delta\text{senH}_E \dots\dots\dots(\text{IV.3.7})$$

Somando a (IV.3.7) com a (IV.3.6) teremos:

$$\text{senZsenAcosA}_E - \text{senZcosAsenA}_E = -\text{cos}\delta\text{sen}\delta\text{senHsenH}_E - \text{cos}\delta\text{sen}\delta\text{cosH}_E \cdot \text{cosH}_E + \text{sen}\delta\text{cos}\delta.$$

$$\text{senZ}(\text{senAcosA}_E - \text{cosAsenA}_E) = \text{sen}\delta\text{cos}\delta\{1 - (\text{senHsenH}_E + \text{cosHcosH}_E)\}$$

$$\text{senZsen}(A_E - A) = \text{sen}\delta\text{cos}\delta\{1 - (\text{cos}(H_E - H))\}$$

$$\text{sen}(A_E - A) = \frac{\text{sen}\delta \cos\delta}{\text{sen}Z} 2\text{sen}^2 \frac{1}{2} (H_E - H) \dots\dots\dots (IV.3.8)$$

Fazendo agora:

$$Z = Z_E$$

$$\text{sen}^2 Z = 1 - \cos^2 Z$$

$$\text{sen}Z = (1 - \cos^2 Z_E)^{1/2}$$

Como $\cos Z_E = \frac{\text{sen}\phi}{\text{sen}\delta}$, tem-se:

$$\text{sen}Z = \left(1 - \frac{\text{sen}^2 \phi}{\text{sen}^2 \delta} \right)^{1/2} = \frac{(\text{sen}^2 \delta - \text{sen}^2 \phi)^{1/2}}{\text{sen}^2 \delta}$$

$$\text{sen}Z = \frac{\{\text{sen}(\delta + \phi) \text{sen}(\delta - \phi)\}^{1/2}}{\text{sen}\delta}, \text{ substituindo este valor na}$$

(IV.3.8) tem-se finalmente fazendo $\text{sen}(T_E - T) = (T_E - T)\text{sen } 1''$

$$A_E - A = \frac{\text{sen}^2 \delta \cos\delta}{\{\text{sen}(\delta + \phi)\text{sen}(\delta - \phi)\}^{1/2}} \frac{2\text{sen}^2 \frac{1}{2}(H_E - H)}{\text{sen } 1''} \dots (IV.3.9)$$

O segundo membro desta expressão corresponde ao produto de dois termos. Chamando o primeiro de M e o segundo de m tem-se:

$A_E - A = Mm$. Escrevendo de uma maneira mais simplificada vem:

$$M = \frac{\text{sen}^2 \delta \cos\delta}{\{\text{sen}(\delta + \phi)\text{sen}(\delta - \phi)\}^{1/2}} \dots\dots\dots (IV.3.10)$$

$$m = \frac{2\text{sen}^2 \frac{1}{2}(H_E - H)}{\text{sen } 1''} \dots\dots\dots (IV.3.11)$$

$$A_E - A = Mm \quad \dots\dots\dots(\text{IV.3.12})$$

e ou $C = mM \quad \dots\dots\dots(\text{IV.3.13})$

Existem tabelas para os valores de \underline{M} e \underline{m} .

A tabela (XIII) apresentada por (13), fornece o valor de m em função de $(H_E - H) = T_E - T$.

A tabela (XVI) também apresentada por (13) fornece o valor de \underline{M} em função de ϕ e δ .

Numa observação ϕ e δ são considerados constantes, portanto o valor de \underline{M} será constante para qualquer M . Assim:

$$\begin{aligned} C_1 &= Mm_1 \\ C_2 &= Mm_2 \\ \cdot & \quad \cdot \\ \cdot & \quad \cdot \\ \cdot & \quad \cdot \dots\dots\dots(\text{IV.3.14}) \\ \cdot & \quad \cdot \\ C_n &= Mm_n \end{aligned}$$

Introduzindo estes valores nas expressões (IV.2.1) teremos \underline{n} valores de L_E . Adota-se a média como sendo o valor mais provável (12).

Como já foi visto, alongação a oeste (W), o \underline{azi} é positivo (+) e negativo (-) a leste (E), sugere a seguinte conclusão: \underline{Mm} será aditivo ou subtrativo conforme seja a alongação da estrela, ocidental ou oriental.

IV.4 - TÉCNICA DO MÉTODO

Consiste em observar uma estrela próxima da alongação, antes e depois e destas observações registrar o instante cronométrico bem como o valor lido no círculo horizontal do instrumento; donde conclui-se que precisamos conhecer o estado do cronômetro.

Um detalhe importante: deve-se visar a estrela na posição direta e inversa, para eliminar o erro de colimação(18).

É comum usar o instrumento na posição direta antes da elongação e logo em seguida invertê-lo. O instante da inversão deve ser feito próximo do momento da elongação, porém o número de pontarias deve ser rigorosamente igual, tantas na posição direta e outras tantas na posição inversa, sem o que a colimação não será eliminada.

Este método bem como o da elongação é facilitado através de uma lista de estrelas em elongação. Temos para o Brasil a publicação (9), para observações situadas entre as latitudes de -10° a -32° , de dois em dois graus.

Caso não disponha de uma lista de estrelas em elongação, vimos anteriormente que a condição para uma estrela alongar é que tenha $|\delta| > |\phi|$, e de mesmo sinal afim de que a elongação aconteça acima do horizonte. No extremo sul do Brasil, $\phi = 34^\circ$ S, como $|\delta| > |\phi|$, supondo $\delta = 40^\circ$, tem-se para o ângulo horário:

$$\cos H_E = \frac{\operatorname{tg} \phi}{\operatorname{tg} \delta} \approx \frac{0,67}{0,83} \approx 0,81, \text{ onde}$$

$$H_E \approx 35^\circ \approx 2 \text{ horas}$$

No equador $\phi = 0^\circ$ logo $\cos H_E = 0$, portanto $H_E = 90^\circ = 6$ horas.

Temos um intervalo para o ângulo horário entre 2 e 6 horas, isto é para o caso do Brasil.

Tomando $H_E = \pm 4$ horas $\left\{ \begin{array}{l} + \text{ para elongação oriental} \\ - \text{ para elongação ocidental} \end{array} \right.$

Deve-se procurar estrelas nestas proximidades, portanto tem-se :

$$\boxed{\alpha = S \pm H_E = S \pm 4 \text{ horas}} \quad \dots \dots \dots (\text{IV.4.1})$$

Da lista de estrelas em elongação(9), escolhem-se as estrelas cujas ascensões retas são próximas do valor calculado. Estabelecida a escolha da estrela, procura-se reconhecê-la com auxílio de um mapa celeste (10), caso contrário ter-se-á que possuir um azimute aproximado da mesma.

Calcula-se o instante cronométrico da elongação. Como já se conhece o valor da hora sideral, calculado para a estrela tem-se:

$$\boxed{T_E = S - E} \dots\dots\dots(\text{IV.4.2})$$

ou

$$\boxed{T_E = H_E + \alpha - E} \dots\dots\dots(\text{IV.4.3})$$

Isto feito, 20 ou 30 minutos antes instala-se o instrumento no local desejado, visa-se a mira nas duas posições ou seja direta e inversa (7). Quando estiverem faltando 9 ou 10 minutos para o instante da elongação, visa-se a estrela. Encontrada a estrela no campo da luneta, ajusta-se a pontaria isto é, faz-se coincidir exatamente com o retículo vertical, nas proximidades do horizontal. Esta operação deve ser em números iguais, tantas na posição direta e outras tantas na posição inversa, já citado anteriormente.

No final das observações, visa-se novamente a mira nas duas posições do instrumento.

Para efeito de maior precisão, deve-se fazer a correção de horizontalismo do eixo secundário. O processo é praticamente o mesmo para qualquer método porém, deve-se fazer a leitura do nível de cavalete ou similar próximo do final das observações na posição direta e próximo do início das observações na posição inversa.

IV-5 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE POR ESTRELAS EM CIRCUM-ELONGAÇÃO								
LOCAL: Goiânia			DATA: 16-08-78					
φ: -16° 41' 32"			INICIO: 16h 57min Siderais					
L: -3h 17min 17s			CRONOMETRO: Ulysse Nardin					
ESTRELA: αGru(2,2) E			TEODOLITO: T3					
	INSTANTE CRONOMÉTRICO			NIVEL				
			LIMBO HORIZONTAL		D	E		
	h	min	s	°	'	"		
PD	16	58	52,5	324	40	59,8	37	13
	17	00	48,7		40	36,0		
		02	26,5		40	18,8		
		05	00,3		40	05,9		
		07	09,3		40	05,6		
PI	17	08	15,7	144	40	09,9	13	37
		10	11,0		40	23,2		
		12	08,7		40	42,6		
		14	03,2		41	10,2		
		15	23,5		41	36,6		
MIRA	PD	196° 24' 30,0"						
	PI	016° 24' 30,0"						
OBS.				ELEMENTOS DE CALAGEM		$\left\{ \begin{array}{l} A_0 = 314^\circ 40' \\ Z_0 = 66^\circ 54' \end{array} \right.$		
K = 5,8"								
E ₀ = 3min 41,23s								
m = 0,1608 s/h								
OPERADOR: WJS								

IV.6 - EXEMPLO

Foi observada a estrela α Gru (2,2) em Goiânia $\phi = -16^\circ 41' 32''$
 $L = -3h 17min 17s$. Calcular o azimute da mira, em função dos
 elementos da caderneta de observações.

$$\alpha\text{Gru}(2,2) \quad \begin{cases} \alpha = 22h 06min 54,831s \\ \delta = -47^\circ 03' 43,05'' \end{cases} \quad (E)$$

1) - Cálculo do instante cronométrico

$$T_E = H_E + \alpha - E \quad e \quad \cos H_E = \frac{\text{tg}\phi}{\text{tg}\delta} \quad \text{logo}$$

$H_E = 4h 55min 11,524s$, como o astro se encontra a leste (E), H_E
 será negativo. Então temos:

$$T_E = -4h 55min 11,524s + 22h 06min 54,831s - 03min 41,23s$$

Finalmente temos:

$$T_E = 17h 08min 06,79s$$

2) - Cálculo do azimute no instante da elongação.

$\text{sen}A = \frac{\cos\delta}{\cos\phi}$. Como o astro se encontra a leste,
 o seu azimute será:

$$A = 314^\circ 40' 09,8''$$

3) - Correção das leituras de elongação (formulário folha 33).

4) - Cálculo da leitura da estrela.

Considera-se a média encontrada no ítem anterior, mais a correção de horizontalismo. Como neste caso a correção de horizontalismo foi zero, o resultado será a própria média.

Portanto temos:

$$L_E = 324^\circ 40' 15,06''$$

5) - Cálculo do azimute da mira.

$$A_M = L_M + A_E - L_E, \text{ logo temos}$$

$$A_M = 196^\circ 24' 30,00'' + 314^\circ 40' 09,87'' - 324^\circ 40' 15,06''$$

Finalmente temos

$$A_M = 186^\circ 24' 24,81''$$

3 CORREÇÃO DAS LEITURAS DE ELONGAÇÃO													
	INSTANTE CRONOMÉTRICO			$T_e - T_i$	m	m · M	LIMBO HORIZONTAL			LEITURA HORIZ·REDUZIDA			
	h	min	s	min	s			°	'	"	°	'	"
PD	16	58	52,5	09	14,29	167,68	62,87	324	40	59,7	324	39	56,83
	17	00	48,7	07	18,04	104,63	39,29		40	36,0		39	56,73
		02	26,5	05	40,28	63,23	23,71		40	18,8		39	55,09
		05	00,2	03	06,54	29,99	11,25		40	05,9		39	54,65
		07	09,2	00	57,54	01,80	00,67		40	05,6		40	04,93
PI	17	08	15,7	00	08,95	0,04	0,01		40	09,8		40	09,79
		10	11,0	02	04,21	08,43	03,16		40	23,0		40	19,84
		12	08,7	04	01,96	31,94	11,98		40	42,7		40	30,72
		14	03,2	05	56,46	69,31	26,00		41	10,2		40	44,20
		15	23,5	07	16,71	104,01	39,00		41	36,8		40	57,80
OBS.								média		324° 40' 15,06"			

CAPÍTULO V

DETERMINAÇÃO DO AZIMUTE PELA σ OCTANTIS

V.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

No hemisfério norte as determinações do azimute são extremamente facilitadas pela observação da polar.

A estrela polar norte, α Ursae Minoris (estrela do norte), é de identificação inconfundível a olho nú, por ser uma estrela de segunda grandeza.

No hemisfério sul não existe uma estrela de tão grande brilho próxima do polo celeste, porém, temos a estrela polar sul σ Octantis de grandeza 5,5, que em condições especiais de visibilidade pode ser vista a olho nú. É vista com dificuldade usando instrumentos topográficos, em condições médias (8). Por ser de grandeza 5,5 a σ Octantis dificulta um pouco as observações porém, permite uma exata calagem, de fácil obtenção, removendo assim por completo o inconveniente.

A σ Octantis dista não mais que 58' do polo, então deve-se observar em um instante qualquer porém afastada do meridiano (7).

Este método é usado nas latitudes médias. É o método adotado pelo SGE(*) na determinação do azimute de primeira ordem (7).

Através deste método é usual também efetuar determinações expeditas e de segunda ordem, o que o torna bastante versátil (**).

(*) Serviço Geográfico do Exército, atualmente DSG (Diretoria do Serviço Geográfico).

(**) Fato similar acontece com a estrela polar norte (15).

V.2 - ESSÊNCIA DO MÉTODO

Consiste em observar a estrela σ Octantis em um instante qualquer, afastada do meridiano no mínimo uma hora (19). Nestas observações efetuar cronometragens. É indispensável o conhecimento da latitude e da longitude do lugar.

Aplicando ao triângulo de posição (fig.VIII), a fórmula das cotangentes tem-se:

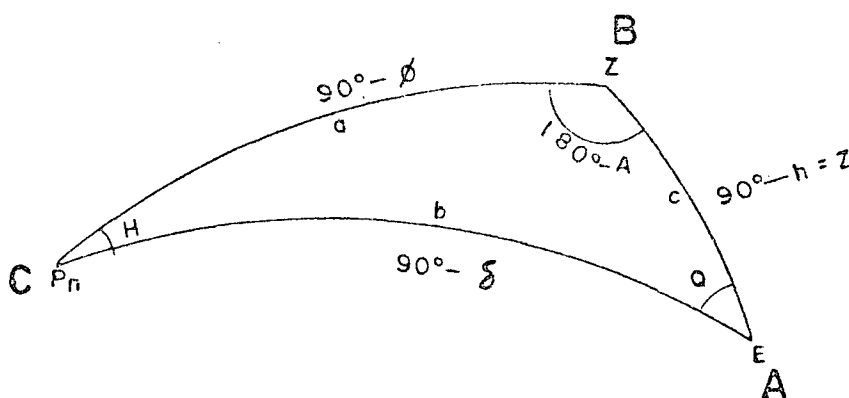


FIG. VIII

$$\operatorname{sen} a \cotg b = \operatorname{sen} C \cotg B + \cos a \cos C$$

$$\operatorname{sen}(90^\circ - \phi) \cotg(90^\circ - \delta) = \operatorname{sen} H \cotg(180^\circ - A) + \cos(90^\circ - \phi) \cdot \cos H$$

$$\cos \phi \operatorname{tg} \delta = \operatorname{sen} H \cotg A + \operatorname{sen} \phi \cos H.$$

$$\operatorname{tg} A = \frac{1}{\operatorname{sen} H \operatorname{sen} \phi \cos H - \cos \phi \operatorname{tg} \delta}, \text{ finalmente temos:}$$

$$-\operatorname{tg} A = \frac{\operatorname{sen} H}{\cos \phi \operatorname{tg} \delta - \operatorname{sen} \phi \cos H}$$

Introduzindo algumas transformações nesta expressão teremos:

$$\operatorname{tg} A = - \frac{\operatorname{sen} H}{1 - \operatorname{sen} \phi \cos H} \quad (*) \dots\dots\dots(V.2.1)$$

(*) Esta expressão também é mostrada por (20), (15), (21), (22) e (11), para o cálculo do azimute pela polar norte.

$$x = \cotg\delta \operatorname{tg}\phi \dots\dots\dots (V.2.2)$$

$$y = \cotg\delta \operatorname{sec}\phi \dots\dots\dots (V.2.3)$$

Foi visto anteriormente que $S = H + \alpha = T + E$, donde $H = S - \alpha$
 logo,

$$H = T + E - \alpha \dots\dots\dots (V.2.4)$$

Onde:

T : é a média das cronometragens na posição direta e inversa;

E : estado do crômetro atualizado;

α : ascensão reta da σ Octantis;

V.2.1 - OBTENÇÃO DO AZIMUTE DA MIRA

Da (fig.IX), obtemos imediatamente:

$$A_M = A_E + \beta \dots\dots\dots (V.2.1.1)$$

Nota-se que o trabalho maior é a determinação do valor de β ,
 onde β é a diferença entre A_M e A_E .

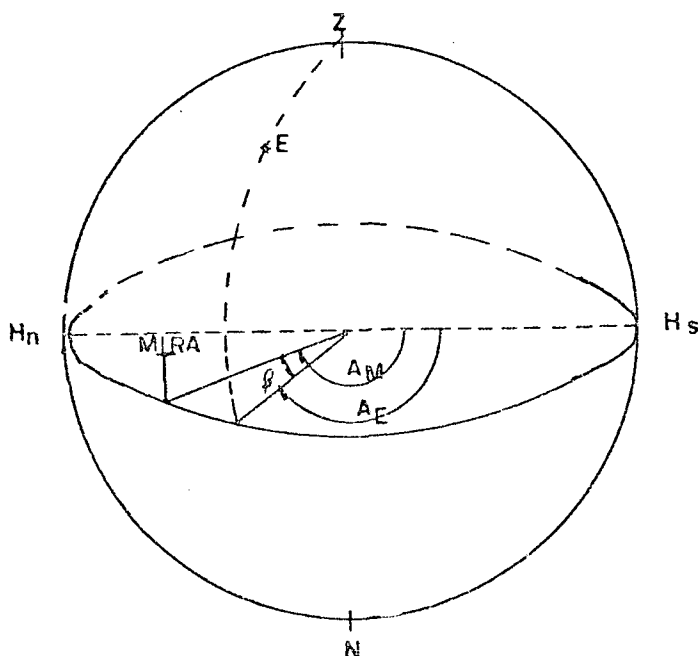
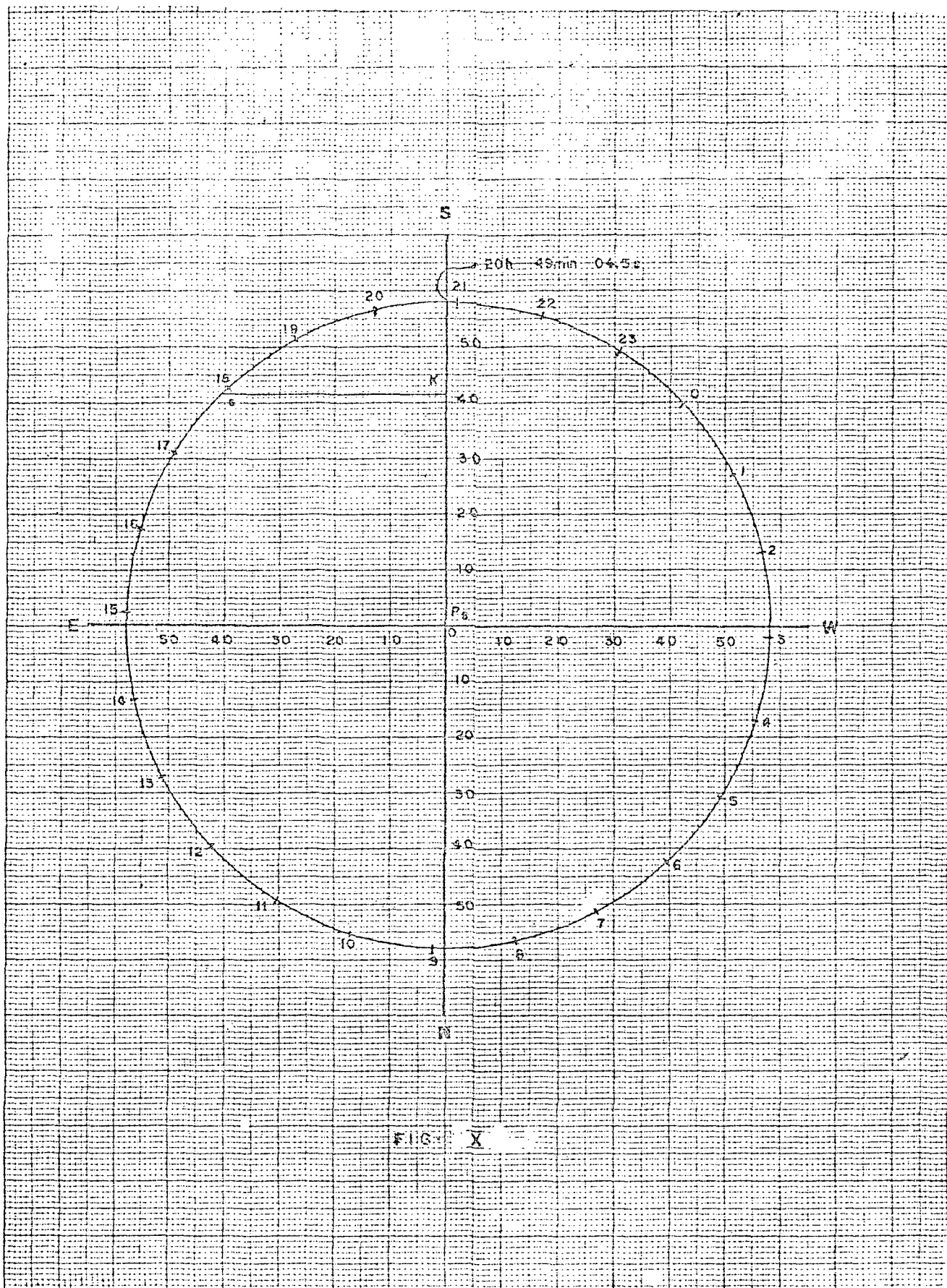


Fig.IX



V.3 - OBTENÇÃO DOS ELEMENTOS DE CALAGEM

Por ser uma estrela difícil de ser vista a olho nũ, torna-se necessário calcular os elementos de calagem, o que se pode obter facilmente da seguinte maneira: como a estrela está afastada no máximo 58' do polo, toma-se a distância polar da estrela ($p = 90^\circ - \delta$). Utilizando uma folha de papel milimetrado, traça-se uma circunferência com raio $= p$, como mostra a (fig.X) (8), (19) e dois diâmetros ortogonais entre si. Um deles representará o meridiano (SN) e o outro o primeiro vertical (EW).

Por comodidade adota-se a escala de $1\text{mm} = 60''$. Assim a distância polar $p = 3480''$, nos dará um raio da circunferência de 58mm.

Porém, na passagem meridiana $S = \alpha$. Marca-se o valor de α neste ponto.

Divide-se a circunferência em 24 partes iguais ($15^\circ = 1$ hora), no sentido horário. Cada parte corresponderá a uma hora sideral marcada a partir de α (fig.X).

V.3.1 - OBTENÇÃO DO VALOR DA ALTURA (h).

Em função da hora sideral da observação, marcada na circunferência (fig.X), traça-se uma paralela e EW ou uma perpendicular a SN, até encontrar o ponto k. Sendo o papel milimetrado basta contar quantos milímetros existem entre P_s e K ($1\text{mm} = 60''$); tem-se o valor de h, onde:

$$\boxed{h = \phi \pm P_s k} \quad , \text{ como mostra (fig.XI)..(V.3.1.1)}$$

+ quando k está acima da linha EW

- quando k está abaixo da linha EW

Lembrando que aqui a latitude é considerada em valor absoluto.

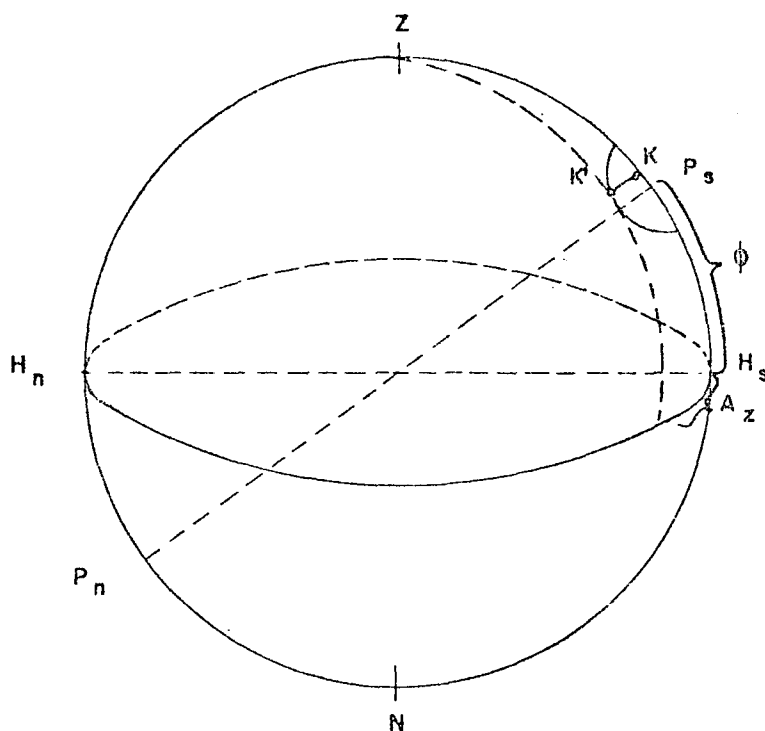


FIG. XI

V.3.2 - OBTENÇÃO DO VALOR DO AZIMUTE(A).

Mede-se o valor de sk ($1mm = 60''$) (fig.X), onde

$$\pm A = sk \sec \phi. \quad \dots \dots \dots (V.3.2.1)$$

+ quando o astro se encontrar a oeste (W)

- quando o astro se encontrar a leste (E), neste

caso o azimute será $360^\circ - A$.

Exemplo: Calcular os elementos de calagem da polar sul (σ Octantis), para o dia 24 de agosto de 1978 em Goiânia. Início previsto para às 20 horas legais, o que corresponde 17h 53min 10s siderais.

sendo:

$$\phi = -16^\circ 41' 32''$$

$$L = -3h 17min 17s$$

$$\alpha = 20h 49min 04,5s$$

a) - Cálculo da altura (h), fórmula (V.3.1.1)

$$h = \phi \pm P_s k$$

logo, $h = 16^\circ 41' 32'' \pm 41'$, como está acima da linha EW, tem-se

$h = 16^\circ 41' 32'' + 41'$ portanto:

$$h = 17^\circ 22' 32''$$

b) - Cálculo do azimute (A):

$$P_s k = 41\text{mm} = 41'$$

$$k_s = 40,5\text{mm} = 40' 30'' \text{ logo}$$

$k_s \sec\phi = 40,5' \cdot 1,043992274 = 42' 17''$. Como está a leste tem-se $A = 360^\circ - 42' 17''$ finalmente temos:

$$A = 359^\circ 17' 43''$$

V.4 - TÉCNICA DO MÉTODO

V.4.1 - CONDIÇÕES BÁSICAS

a) - a estrela deve estar afastada no mínimo uma hora do meridiano.

b) - a mira deve estar distante pelo menos 2km do ponto da estação, para não modificar a focalização da imagem bem como os fios reticulares.

V.4.2 - SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES

Uma sequência sugerida (20) para observações da estrela polar norte, e que devido às condições serem praticamente as mesmas pode ser aplicada para estrela polar sul, é:

- 1) - posição direta do instrumento para estrela: registrar o tempo e a leitura do círculo horizontal;
- 2) - posição direta do instrumento para a mira: registrar a leitura do círculo horizontal;
- 3) - repetir o item 2;

4) - repetir o ítem 1;

5) - inverter o instrumento e repetir do ítem 1 ao 4.

Isto constitui uma determinação. Normalmente são feitas várias observações e o resultado é a média de todas as determinações. Em cada determinação deve-se fazer uma reiteração.

Para obter maior precisão, deve-se fazer além da correção de horizontalismo do eixo secundário, a correção devida à aberração diurna.

a) - Correção devida ao horizontalismo.

Já visto anteriormente: $K/4 \{D+D' - (E-E')\} \cotg Z'$

b) - Correção devida à aberração diurna.

Esta correção é dada pela fórmula $c = - 0,321 \frac{\cos A \cos \phi}{\cosh}$,

fórmula esta apresentada por (19).

Para o caso da σ Octantis pode-se considerar $\phi \approx h$ e $\cos A \approx 1$, portanto $c = - 0,32''$.

V - 5 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

Azimute pela σ Octantis				
LOCAL: Goiânia		DATA: 24-08-78		
ϕ : -16° 41' 32"		CRONÔMETRO Ulysse Nardin		
L: -3h 17min 17s		TEODOLITO: T3		
INICIO DAS OBS: 17h 50min Siderais				
		CÍRCULO HORIZONTAL	NIVEL	
			D	E
MIRA	PD	000° 00' 00,4"	-	-
	PI	180° 00' 00,4"	-	-
		000° 00' 00,4"		
CRONOMETRAGEM		CÍRCULO HORIZONTAL		
17h53min23,7s	PD	172° 54' 52,9"	37	13
17h56min25,5s	PI	352° 55' 31,6"	13	37
17h54min54,6s		172° 55' 12,25"		
OBS:	$k = 5,8''$	ELEMENTOS DE CALAGEM	$b =$ $A_0 = 359° 18'$ $Z_0 = 72° 38'$	
	$E_0 = 06\text{min } 05,5\text{s}$			
	$m = 0,1609 \text{ s/h}$			
E_0 foi determinado em 24-08-78 às 17h30min Siderais				
OPERADOR: WJS				

V.6 - EXEMPLO: Foi observada a estrela σ Octantis no dia 24 de agosto de 1978 em Goiânia, sendo: latitude = $-16^{\circ} 41' 32''$ e longitude = $-3h 17min 17s$. Calcular o azimute da mira em função dos elementos da caderneta de observações.

V-6-1 FOLHA DE CÁLCULO

LOCAL: Goiânia		DATA: 24-08-78	
$\alpha = 20h 49min 04,5s$	$\mu = 0,1609s/h$	$\delta = -89^{\circ} 02' 23,79''$	
$\phi = -16^{\circ} 41' 32''$	$E_o = 06min 05,5s$ p/24-8-78 às 17,5HS		
$x = \cotg \delta \operatorname{tg} \phi$	$-\operatorname{tg} A = \frac{y \operatorname{sen} H}{1 - x \operatorname{cos} H}$		
$y = \cotg \delta \operatorname{sec} \phi$			
T	17h54min54,6s	17h59min02,2s	18h10min06,1s
E _o	06min 05,5s	06min 05,5s	06min 05,5s
m(T-T _o)	0,064s	0,08s	0,107s
S	18h01min00,2s	18h05min07,8s	18h16min11,7s
α	20h49min04,5s	20h49min04,5s	20h49min04,5s
$(S-\alpha) = H$	-2h48min04,3s	-2h43min56,7s	-2h32min52,8s
H (ARCO)	-42^{\circ} 01' 05,2"	-40^{\circ} 59' 10,6"	-38^{\circ} 13' 12,1"
$y \operatorname{sen} H$	0,01171005525	0,0114745663	0,010238458
$1 - x \operatorname{cos} H$	0,9962666977	0,996206731	0,9960520886
A _Z σ	00^{\circ} 40' 24,4"	00^{\circ} 39' 35,7"	00^{\circ} 37' 21,3"
T ₁ -T ₂	3min	2min	2min
C. CURVATURA	-----	-----	-----
Z'	72^{\circ} 27'	72^{\circ} 27'	72^{\circ} 27'
$d/4 \operatorname{ctg} Z' \cdot b$	0000	0000	0000
CORREÇÃO DE NIVEL	-----	-----	-----
L _a	172^{\circ} 55' 12,2"	184^{\circ} 04' 52,4"	206^{\circ} 29' 02,7"
L _a (CORRIGIDA)	172^{\circ} 55' 12,2"	184^{\circ} 04' 52,4"	206^{\circ} 29' 02,7"
L _M	000^{\circ} 00' 00,4"	11^{\circ} 08' 52,6"	33^{\circ} 30' 49,0"
$\beta = L_M - L_a$	187^{\circ} 04' 48,1"	187^{\circ} 04' 00,1"	187^{\circ} 01' 46,2"
A _M = A _Z σ + β	186^{\circ} 24' 23,7"	186^{\circ} 24' 24,4"	186^{\circ} 24' 24,9"
OBS-			

CAPÍTULO VI

OBSERVAÇÕES REALIZADAS

E

VALORES ENCONTRADOS

VI.1

VALORES ENCONTRADOS NAS DETERMINAÇÕES DO AZIMUTE POR DISTÂNCIAS
ZENITAIS ABSOLUTAS DO SOL

NÚMERO DE OBSERVAÇÕES	RESULTADOS
01	186° 24' 40,36"
02	23,51"
03	28,84"
04	34,49"
05	35,91"
06	43,93"
07	45,00"
08	50,00"
09	11,21"
10	54,61"
11	14,27"
12	41,76"
13	23,12"
14	18,20"
15	31,85"
16	34,58"
17	42,29"
18	35,58"
MÉDIA:::.....	186° 24' 33,86"

VI.2

VALORES ENCONTRADOS NAS DETERMINAÇÕES DO AZIMUTE POR OBSERVAÇÕES
DE ESTRELAS EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL ABSOLUTA

NÚMERO DE OBSERVAÇÕES.	RESULTADOS
01	186° 24' 24,66"
02	23,40"
03	26,05"
04	31,31"
05	23,44"
06	22,36"
07	28,01"
08	26,73"
09	26,64"
10	26,05"
11	27,60"
12	25,68"
13	27,58"
14	25,98"
15	26,27"
16	28,31"
17	27,84"
18	26,07"
MÉDIA	186° 24' 26,33"

VI.3

VALORES ENCONTRADOS NAS DETERMINAÇÕES DO AZIMUTE POR OBSERVAÇÕES
DE ESTRELAS EM ELONGAÇÃO

NÚMERO DE OBSERVAÇÕES	RESULTADOS
01	186° 24' 27,12"
02	28,58"
03	28,53"
04	27,11"
05	28,26"
06	27,66"
07	28,87"
08	26,68"
09	27,57"
10	27,57"
11	24,07"
1	12 25,22"
13	29,62"
14	24,35"
15	26,88"
16	26,23"
17	27,60"
18	28,94"
MÉDIA:.....	186° 24' 27,27"

VI.4

VALORES ENCONTRADOS NAS DETERMINAÇÕES DO AZIMUTE POR OBSERVAÇÕES
DE ESTRELAS EM CIRCUM-ELONGAÇÃO

NÚMERO DE OBSERVAÇÕES	RESULTADOS
01	186° 24' 29,12"
02	28,05"
03	27,27"
04	24,81"
05	23,05"
06	28,06"
07	26,12"
08	24,44"
09	24,60"
10	26,56"
11	26,04"
12	26,49"
13	26,13"
14	26,47"
15	26,42"
16	29,48"
17	25,60"
18	25,98"
MÉDIA	186° 24' 26,37"

VI.5

VALORES ENCONTRADOS NAS DETERMINAÇÕES DO AZIMUTE POR OBSERVAÇÕES
DA ESTRELA σ OCTANTIS

NÚMERO DE OBSERVAÇÕES	RESULTADOS
01	186° 24' 23,74"
02	24,44"
03	24,91"
04	25,05"
05	23,33"
06	25,12"
07	23,77"
08	25,85"
09	23,60"
10	26,85"
11	25,89"
12	24,21"
13	24,90"
14	25,77"
15	25,41"
16	23,98"
17	24,66"
18	26,42"
MÉDIA.....	186° 24' 24,88"

CAPITULO VII
CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO DA MÉDIA PARA CADA UM DOS MÉTODOS
APRESENTADOS

$$\text{Desvio padrão da média } M = \pm \left\{ \frac{\Sigma(vv)}{n(n-1)} \right\}^{\frac{1}{2}}$$

Onde (vv) representa a diferença ao quadrado de uma observação em relação à média, n representa o número de observações.

Anexo programa(apêndice) efetuado no mini-computador HEWLETT PACKARD modelo 9830A, para o cálculo do desvio padrão da média.

VII.1 - QUADRO COMPARATIVO REFERENTE AO DESVIO PADRÃO DA MÉDIA

MÉTODO	DESVIO PADRÃO DA MÉDIA (em unidades de segundos de arco)
Distância Zenital Absoluta do Sol	2,85
Distância Zenital Absoluta de Estrelas	0,49
Elongação	0,36
Circum-Elongação	0,38
σ Octantis	0,24

OBS. Todos os resultados estão dentro do limite para determinações do azimute de segunda ordem, de acordo com o Manual de Normas Técnicas do SGE (Serviço Geográfico do Exército)

VII.2 - AZIMUTE POR DISTÂNCIA ZENITAL ABSOLUTA DO SOL
CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO DA MÉDIA

AZIMUTES ENCONTRADOS	(v)	(vv)
186° 24' 40,36"	6,498	42,228
23,51"	-10,352	107,157
28,84"	-5,022	25,217
34,49"	0,628	0,395
35,91"	2,048	4,196
43,93"	10,068	101,371
45,00"	11,138	124,062
50,00"	16,138	260,446
11,21"	-22,652	513,098
54,61"	20,748	430,493
14,27"	-19,592	383,833
41,76	7,898	62,384
23,12"	-10,742	115,383
18,20"	-15,662	245,288
31,85"	-2,012	4,047
34,58"	0,718	0,516
42,29"	8,428	71,037
35,58	1,718	2,953

MÉDIA DOS AZIMUTES.....186° 24' 33,86"

DESVIO PADRÃO DA MÉDIA = 2,85 (em unidades de segundos de arco)

VII,3 - AZIMUTE POR DISTÂNCIA ZENITAL. ABSOLUTA DE ESTRELAS
CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO DA MÉDIA

AZIMUTES ENCONTRADOS	(v)	(vv)
186° 24' 24,66"	-1,672	2,796
23,40"	-2,932	8,593
26,05"	-0,282	0,080
31,31"	4,978	24,778
23,44"	-2,892	8,365
22,36"	-3,972	15,779
28,01"	1,678	2,815
26,73"	0,398	0,158
26,64"	0,308	0,095
26,05"	-0,282	0,080
27,60"	1,268	1,607
25,68"	-0,652	0,425
27,58"	1,248	1,557
25,98"	-0,352	0,124
26,27"	-0,062	0,004
28,31"	1,978	3,912
27,84"	1,508	2,273
26,07"	-0,262	0,069

MÉDIA DOS AZIMUTES 186° 24' 26,33"

DESVIO PADRÃO DA MÉDIA = 0,49 (em unidades de segundos de arco)

VII.4 - AZIMUTE POR ESTRELAS EM ELONGAÇÃO
CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO DA MÉDIA

AZIMUTES ENCONTRADOS	(v)	(vv)
186° 24' 27,12"	-0,150	0,023
28,58"	1,310	1,716
28,53"	1,260	1,588
27,11"	-0,160	0,026
28,26"	0,990	0,980
27,66"	0,390	0,150
28,87"	1,600	2,560
26,68"	-0,590	0,348
27,57"	0,300	0,090
27,57"	0,300	0,090
24,07"	-3,200	10,240
25,22"	-2,050	4,203
29,62"	2,350	5,523
24,35"	-2,920	8,526
26,88"	-0,390	0,152
26,23"	-1,040	1,082
27,60"	0,330	0,109
28,94"	1,670	2,789

MÉDIA DOS AZIMUTES186° 24' 27,27"

DESVIO PADRÃO DA MÉDIA = 0,36 (em unidades de segundos de arco)

VII.5 - AZIMUTE POR ESTRELAS EM CIRCUM-ELONGAÇÃO

CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO DA MÉDIA

AZIMUTES ENCONTRADOS	(v)	(vv)
186° 24' 29,12"	2,748	7,553
28,05"	1,678	2,817
27,27"	0,898	0,807
24,81"	-1,562	2,439
23,05"	-3,322	11,033
28,06"	1,688	2,850
26,12"	-0,252	0,063
24,44	-1,932	3,731
24,60"	-1,772	3,139
26,56"	0,188	0,035
26,04"	-0,332	0,110
26,49"	0,118	0,014
26,13"	-0,242	0,058
26,47"	0,089	0,010
26,42"	0,048	0,002
29,48"	3,108	9,662
25,60"	-0,772	0,595
25,98"	-0,392	0,153

MÉDIA DOS AZIMUTES..... 186° 24' 26,37"

DESVIO PADRÃO DA MÉDIA = 0,38 (em unidades de segundos de arco)

VII.6 - AZIMUTE PELA ESTRELA POLAR SUL σ OCTANTIS

CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO DA MÉDIA

AZIMUTES ENCONTRADOS	(v)	(vv)
186° 24' 23,74"	1,238	1,532
24,44"	0,438	0,192
24,91"	-0,032	0,001
25,05"	-0,172	0,029
23,33"	1,548	2,396
25,12"	-0,242	0,058
23,77"	1,108	1,227
25,85"	-0,972	0,945
23,60"	1,278	1,633
26,85"	-1,972	3,888
25,89"	-1,012	1,024
24,21"	0,668	0,446
24,90"	-0,022	0,000
25,77"	-0,892	0,795
25,41"	-0,532	0,283
23,98"	0,898	0,806
24,66"	0,218	0,047
26,42"	-1,542	2,377

MÉDIA DOS AZIMUTES ,..... 186° 24' 24,87"

DESVIO PADRÃO DA MÉDIA = 0,24 (em unidades de segundos de arco)

CAPÍTULO VIII

COMPARAÇÃO E CONCLUSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

VIII.1 - COMPARAÇÃO QUANTO AO ASPECTO PRECISÃO

Baseados no quadro comparativo (VIII.1), verificamos que o desvio padrão encontrado no Método por Estrelas em Elongação, apresentou um dos menores valores. Como estes resultados foram obtidos através de número igual de observações, e como as condições de trabalho serem praticamente as mesmas, podemos afirmar que é o segundo em precisão.

VIII.2 - COMPARAÇÃO QUANTO AO ASPECTO OPERAÇÕES DE CAMPO E CÁLCULOS

O Método Azimute por Estrelas em Elongação é o mais simples entre os demais:

- 1) - Não precisa utilizar acessórios tais como: barômetro, termômetro, cronômetro, etc.
- 2) - Não precisa conhecer um azimute aproximado (desde que o observador conheça algumas estrelas).
- 3) - Apresenta o menor volume de cálculos.
- 4) - O azimute é obtido imediatamente após a elongação.

VIII.3 - CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO

Em função das observações realizadas e dos valores encontrados, verificamos que para a determinação do azimute de segunda ordem, o método que se destacou em quase todos aspectos foi o "Por Estrelas em Elongação".

Os resultados obtidos nos levam a crer que para as determinações do azimute de segunda ordem, o método indicado seria o "Por Estrelas em Elongação".

Como mostra o Manual de Normas Técnicas da DSG, para as observações astronômicas de primeira ordem, o desvio padrão da média para o azimute não deve exceder de 0,3 segundos de arco, e para as observações de segunda ordem não deve exceder de 3 segundos de arco.

O quadro comparativo (VII.1), mostra o valor do desvio padrão da média para o caso do Azimute por Estrelas em Elongação que é 0,36, valor este bastante aquém do valor máximo exigido para observações de segunda ordem e bastante próximo do valor para observações de primeira ordem que é 0,3.

APÊNDICES

APÊNDICE - I - PROGRAMA PARA O CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO DA MÉDIA

```

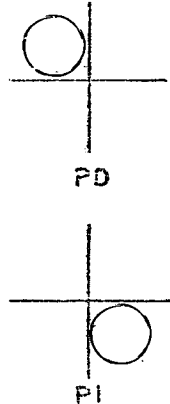
100 REM PROG. PARA O CALC. DO DESVIO PADRAO DA MEDIA
110 PRINT
120 PRINT
130 DIM S(18,1),X(18,1),V(18,1),A(1,18),Y(1,1),Q(18,1),G(18,1),M(18,1)
140 FOR I=1 TO 18
150 G(I,1)= 186
160 M(I,1)= 24
170 INPUT S(I,1)
180 NEXT I
190 U=0
200 I=1
210 U=U+S(I,1)
220 I=I+1
230 IF I>18 THEN 250
240 GOTO 210
250 M=U/18
260 FOR I=1 TO 18
270 X(I,1)=M
280 NEXT I
290 MAT V=S-X
300 I=1
310 Q(I,1)=(C(I,1)+2)
320 I=I+1
330 IF I>18 THEN 350
340 GOTO 310
350 MAT A=TRN(V)
360 MAT Y=A*V
370 S0=DET(Y)
380 S0=SQR(S0/(18*17))
390 PRINT "AZIMUTES      ENCONTRADOS          V          VV"
400 FOR N=1 TO 18
410 WRITE (15,420)G(N,1),S(N,1),V(N,1),Q(N,1)
420 FORMAT /,F6.0,F6.0,F9.3,8X,F7.3,5X,F7.3
430 NEXT N
440 PRINT
450 PRINT "M E D I A....."G(1,1);M(1,1);M
460 PRINT
470 PRINT " DESVIO PADRAO DA MEDIA="S0"(EM SEGUNDOS DE ARCO)"
480 END

```

APENDICE - II

CADERNETAS DE OBSERVAÇÕES
PARA
DETERMINAÇÃO DO AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL ABSOLUTA
DO SOL

III-4 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL			
ABSOLUTA DO SOL			
VISADAS SOBRE A MIRA			OBS.
	CÍRCULO HORIZONTAL		
PD	005° 26' 01,0"		
PI	185° 26' 02,0"		
média	005° 26' 01,5"		
VISADAS SOBRE O SOL			
	HORA LEGAL	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL
PD	15h 30m	301° 41' 05,0"	55° 48' 38,0"
PI	15h 29m	122° 35' 02,5"	55° 57' 52,0"
média	15h29,5m	302° 08' 03,7"	55° 53' 15,0"
LOCAL: Goiânia DATA: 09-08-78 ϕ : -16° 41' 32" L: -3h 17m 17s PRESSÃO: 69,8 mmHg BORDO: ----- TEMP.: 30°C TEODOLITO: T3 QUADRANTE: NW OPERADOR: WJS			CROQUIS 

III-4 CADERNETA DE OBSRVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL
ABSOLUTA DO SOL

VISADAS SOBRE A MIRA

	CÍRCULO HORIZONTAL
PD	318º 12' 51"
PI	138º 12' 51"
média	318º 12' 51"

OBS-

Mira é o parafuso de um poste de iluminação pública, localizado nas

proximidades do Norte,

VISADAS SOBRE O SOL

	HORA LEGAL	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL
PD	14h 29m	267º 29' 58,2"	44º 50' 45,8"
PI	14h 24m	89º 11' 22,3"	44º 03' 37,6"
média	14h 26m	268º 20' 40,35"	44º 03' 12,7"

LOCAL: Goiânia

DATA: 07-08-78

β : -16º 41' 32"

L: -3h 17m 17s

PRESSÃO: 698mmHg

BORDO: ----

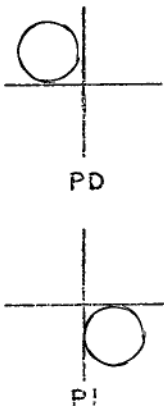
TEMP.: 29º C

TEODOLITO: T3

QUADRANTE: NW

OPERADOR: WJS

CROQUIS



III-4 CADERNETA DE OBSRVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL
ABSOLUTA DO SOL

VISADAS SOBRE A MIRA

	CÍRCULO HORIZONTAL
PD	005º 26' 01,0"
PI	185º 26' 02,0"
média	005º 26' 01,5"

OBS-

VISADAS SOBRE O SOL

	HORA LEGAL	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL
PD	15h 24m	302º 48' 04,0"	54º 23' 56,0"
PI	15h 26m	122º 59' 34,0"	55º 30' 35,0"
média	15h 25m	302º 53' 49,0"	54º 57' 15,5"

LOCAL: Goiânia

DATA: 09-08-78

β : -16º 41' 32"

L: -3h 17m 17s

PRESSÃO: 698 mmHg

BORDO: -----

TEMP.: 30º C

TEODOLITO: T3

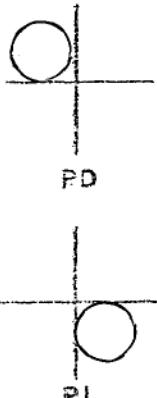
QUADRANTE: NW

OPERADOR: WJS

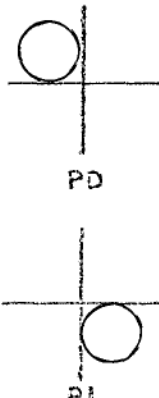
CROQUIS



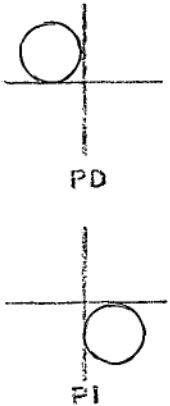
III-4 CADERNETA DE OBSRVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL			
ABSOLUTA DO SOL			
VISADAS SOBRE A MIRA		OBS	
	CÍRCULO HORIZONTAL		
PD	318º 12' 51"		
PI	138º 12' 51"		
média	318º 12' 51"		
VISADAS SOBRE O SOL			
	HORA LEGAL	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL
PD	15h 13m	257º 22' 59,8"	52º 48' 42"
PI	15h 17m	78º 24' 05,4"	53º 59' 51,6"
média	15h 15m	257º 53' 32,2"	53º 24' 16,8"
LOCAL: Goiânia DATA: 07-08-78 ϕ -16º 41' 32" L: -3h 17m 17s PRESSÃO: 698 mmHg BORDO: ----- TEMP.: 29ºC TEODOLITO: T3 QUADRANTE: NW OPERADOR: WJS		CROQUIS 	

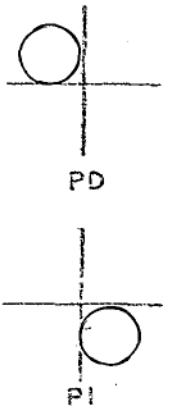
III-4 CADERNETA DE OBSRVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL			
ABSOLUTA DO SOL			
VISADAS SOBRE A MIRA		OBS	
	CÍRCULO HORIZONTAL		
PD	318º 12' 49,4"		
PI	135º 12' 52,4"		
média	318º 12' 50,9"		
VISADAS SOBRE O SOL			
	HORA LEGAL	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL
PD	15h 08m	259º 47' 57,7"	51º 55' 01"
PI	15h 05m	80º 36' 43,7"	50º 01' 53,6"
média	15h 06,5m	260º 14' 20,7"	50º 58' 27,3"
LOCAL: Goiânia DATA: 07-08-78 ϕ : -16º 41' 32" L: -3h 17m 17s PRESSÃO: 698 mmHg BORDO: ----- TEMP.: 29 ºC TEODOLITO: T3 QUADRANTE: NW OPERADOR: WJS		CROQUIS 	


III-4 CADERNETA DE OBSRVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL			
ABSOLUTA DO SOL			
VISADAS SOBRE A MIRA			OBS.
	CÍRCULO HORIZONTAL		
PD	328º 42' 50"		
PI	148º 42' 50"		
média	328º 42' 50"		
VISADAS SOBRE O SOL			
	HORA LEGAL	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL
PD	15h 37m	264º 19' 01,2"	57º 41' 09,6"
PI	15h 34m	85º 30' 45,5"	57º 26' 45,4"
média	15h 35,5m	264º 54' 53,35"	57º 33' 57,5"
LOCAL: Goiânia		DATA: 07-08-78	
β : -16º 41' 32"		CROQUIS 	
L: -3h 17m 17s			
PRESSÃO: 698 mmHg	BORDO: -----		
TEMP.: 27,5ºC	TEODOLITO: T3		
QUADRANTE: NW	OPERADOR: WJS		

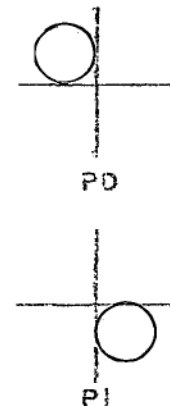
III-4 CADERNETA DE OBSRVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL			
ABSOLUTA DO SOL			
VISADAS SOBRE A MIRA			OBS.
	CÍRCULO HORIZONTAL		
PD	328º 42' 50º		
PI	148º 42' 50º		
média	328º 42' 50"		
VISADAS SOBRE O SOL			
	HORA LEGAL	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL
PD	15h 24m	267º 00' 42,9"	54º 54' 59,6"
PI	15h 20m	87º 17' 54,3"	54º 40' 54,4"
média	15h 22m	267º 09' 18,7"	54º 47' 57,0"
LOCAL: Goiânia		DATA: 07-08-78	
β : -16º 41' 32"		CROQUIS 	
L: -3h 17m 17s			
PRESSÃO: 698 mmHg	BORDO: -----		
TEMP.: 28ºC	TEODOLITO: T3		
QUADRANTE: NW	OPERADOR: WJS		


III-4 CADERNETA DE OBSRVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL			
ABSOLUTA DO SOL			
VISADAS SOBRE A MIRA			OBS:
	CÍRCULO HORIZONTAL		
P D	328º 42' 50"		
P I	148º 42' 50"		
média	328º 42' 50"		
VISADAS SOBRE O SOL			
	HORA LEGAL	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL
P D	15h 50m	262º 25' 16,1"	60º 17' 33,2"
P I	15h 48m	83º 27' 51,9"	60º 16' 21,4"
média	15h 49m	262º 56' 33,98"	60º 16' 57,3"
LOCAL: Goiânia		DATA: 07-08-78	
φ : -16º 41' 32"		CROQUIS 	
L: -3h 17m 17s			
PRESSÃO: 698 mmHg	BORDO: -----		
TEMP.: 27,5ºC	TEODOLITO: T3		
QUADRANTE: NW	OPERADOR: WJS		

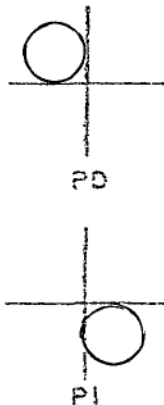
III-4 CADERNETA DE OBSRVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL			
ABSOLUTA DO SOL			
VISADAS SOBRE A MIRA			OBS:
	CÍRCULO HORIZONTAL		
P D	5º 26' 01"		
P I	185º 26' 02"		
média	5º 26' 01,5"		
VISADAS SOBRE O SOL			
	HORA LEGAL	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL
P D	14h 11m	318º 14' 14,4"	41º 35' 00"
P I	14h 15m	138º 07' 08,0"	42º 34' 24"
média	14h 13m	318º 10' 41,2"	42º 04' 42"
LOCAL: Goiânia		DATA: 09-08-78	
φ : -16º 41' 32"		CROQUIS 	
L: -3h 17m 17s			
PRESSÃO: 699 mmHg	BORDO: -----		
TEMP.: 29,5ºC	TEODOLITO: T3		
QUADRANTE: NW	OPERADOR: WJS		


III-4 CADERNETA DE OBSRVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL			
ABSOLUTA DO SOL			
VISADAS SOBRE A MIRA			OBS:
	CÍRCULO HORIZONTAL		
P D	005º 26' 01,0"		
P I	185º 26' 01,0"		
média	005º 26' 01,0"		
VISADAS SOBRE O SOL			
	HORA LEGAL	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL
P D	14h 23m	315º 18' 45,6"	43º 40' 31,2"
P I	14h 20m	-136º 51' 14,0"	43º 19' 28,8"
média	14h 21,5m	316º 04' 59,8"	43º 20' 20,2"
LOCAL: Goiânia		DATA: 09-08-78	
φ : -16º 41' 32"		CROQUIS 	
L: -3h 17m 17s			
PRESSÃO: 699 mmHg	BORDO: -----		
TEMP.: 29,5ºC	TEODOLITO: T3		
QUADRANTE: NW	OPERADOR: WJS		

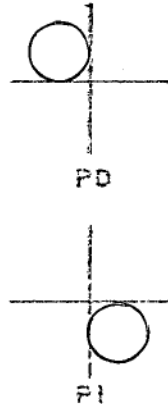
III-4 CADERNETA DE OBSRVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL			
ABSOLUTA DO SOL			
VISADAS SOBRE A MIRA			OBS:
	CÍRCULO HORIZONTAL		
P D	005º 26' 01"		
P I	185º 26' 01"		
média	005º 26' 01"		
VISADAS SOBRE O SOL			
	HORA LEGAL	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL
P D	14h 26m	314º 37' 21,6"	43º 46' 05,4"
P I	14h 29m	134º 27' 27,5"	44º 55' 34,0"
média	14h 27,5m	314º 33' 24,55"	44º 20' 49,7"
LOCAL: Goiânia		DATA: 09-08-78	
φ : -16º 41' 32"		CROQUIS 	
L: -3h 17m 17s			
PRESSÃO: 699 mmHg	BORDO: -----		
TEMP.: 29,5ºC	TEODOLITO: T3		
QUADRANTE: NW	OPERADOR: WJS		

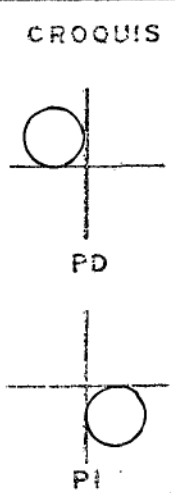
III-4 CADERNETA DE OBSRVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL			
ABSOLUTA DO SOL			
VISADAS SOBRE A MIRA			OBS-
	CÍRCULO HORIZONTAL		
PD	0059 26' 01,0"		
PI	1859 26' 02,0"		
média	0059 26' 01,5"		
VISADAS SOBRE O SOL			
	HORA LEGAL	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL
PD	14h 35m	3139 38' 14,2"	459 25' 54,4"
PI	14h 32m	1339 50' 31,3"	449 22' 25,4"
média	14h33,5m	3139 44' 22,7"	449 54' 09,9"
LOCAL: Goiânia		DATA:09-08-78	
β : -169 41' 32"		CROQUIS 	
L: -3h 17m 17s			
PRESSÃO: 699 mmHg	BORDO: -----		
TEMP.: 29,59C	TEODOLITO: T3		
QUADRANTE: NW	OPERADOR: WJS		

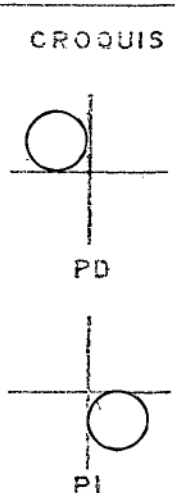
III-4 CADERNETA DE OBSRVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL			
ABSOLUTA DO SOL			
VISADAS SOBRE A MIRA			OBS-
	CÍRCULO HORIZONTAL		
PD	0059 26' 01,0"		
PI	1859 26' 02,0"		
média	0059 26' 01,5"		
VISADAS SOBRE O SOL			
	HORA LEGAL	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL
PD	14h 39m	3119 36' 18,0"	459 57' 32"
PI	14h	1319 41' 15,0"	469 58' 08"
média	14h 40m	3119 38' 46,5"	469 27' 50"
LOCAL: Goiânia		DATA:09-08-78	
β : -169 41' 32"		CROQUIS 	
L: -3h 17m 17s			
PRESSÃO: 699 mmHg	BORDO: -----		
TEMP.: 29,59C	TEODOLITO: T3		
QUADRANTE: NW	OPERADOR: WJS		

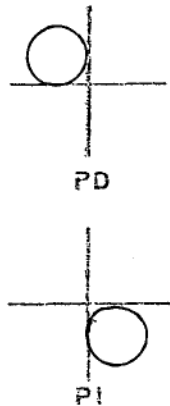
III-4 CADERNETA DE OBSRVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL				
ABSOLUTA DO SOL				
VISADAS SOBRE A MIRA			OBS:	
	CÍRCULO HORIZONTAL			
PD	0059 26' 01,0"			
PI	1859 26' 02,0"			
média	0059 26' 01,5"			
VISADAS SOBRE O SOL				
	HORA LEGAL	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL	
PD	15h 00m	3079 04' 47,0"	499 49' 14,0"	
PI	15h 03m	1279 16' 00,0"	509 53' 52,6"	
média	15h01,5m	3079 10' 23,5"	509 21' 33,3"	
LOCAL: Goiânia		DATA: 09-08-78		
φ: -169 41' 32"		CROQUIS 		
L: -3h 17m 17s				
PRESSÃO: 698 mmHg	BORDO: -----			
TEMP.: 309C	TEODOLITO: T3			
QUADRANTE: NW	OPERADOR: WJS			

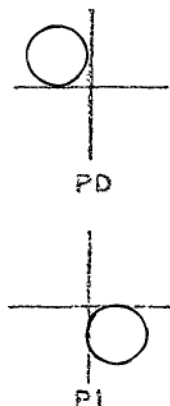
III-4 CADERNETA DE OBSRVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL				
ABSOLUTA DO SOL				
VISADAS SOBRE A MIRA			OBS:	
	CÍRCULO HORIZONTAL			
PD	0059 26' 01,0"			
PI	1859 26' 02,0"			
média	0059 26' 01,5"			
VISADAS SOBRE O SOL				
	HORA LEGAL	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL	
PD	14h 49m	3099 19' 40,7"	479 48' 38,0"	
PI	14h 51m	1299 29' 21,0"	489 46' 59,0"	
média	14h 50m	3099 24' 30,8"	489 17' 48,5"	
LOCAL: Goiânia		DATA: -----		
φ: -169 41' 32"		CROQUIS 		
L: -3h 17m 17s				
PRESSÃO: 699 mmHg	BORDO: -----			
TEMP.: 309C	TEODOLITO: T3			
QUADRANTE: NW	OPERADOR: WJS			

III-4 CADERNETA DE OBSRVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL			
ABSOLUTA DO SOL			
VISADAS SOBRE A MIRA			OBS:
	CÍRCULO HORIZONTAL		
PD	0059 26' 01,0"		
PI	1859 26' 02,0"		
média	0059 26' 01,5"		
VISADAS SOBRE O SOL			
	HORA LEGAL	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL
PD	15h 10m	3059 11' 45,2"	519 43' 10,0"
PI	15h 08m	1269 14' 26,0"	519 51' 13,0"
média	15h 09m	3059 44' 05,6"	519 47' 12,5"
LOCAL: Goiânia		DATA: 09-08-78	
φ: -169 41' 32"		CROQUIS 	
L: -3h 17m 17s			
PRESSÃO: 698 mmHg	BORDO: -----		
TEMP.: 29,59C	TEODOLITO: T3		
QUADRANTE: NW	OPERADOR: WJS		

III-4 CADERNETA DE OBSRVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL			
ABSOLUTA DO SOL			
VISADAS SOBRE A MIRA			OBS:
	CÍRCULO HORIZONTAL		
PD	0059 26' 01,0"		
PI	1859 26' 02,0"		
média	0059 26' 01,5"		
VISADAS SOBRE O SOL			
	HORA LEGAL	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL
PD	15h 13m	3049 33' 39,0"	529 25' 56,0"
PI	15h 15m	1249 45' 43,0"	539 25' 52,0"
média	15h 14m	3049 39' 41,0"	529 55' 54,0"
LOCAL: Goiânia		DATA: 09-08-78	
φ: -169 41' 32"		CROQUIS 	
L: -3h 17m 17s			
PRESSÃO: 698mmHG	BORDO: -----		
TEMP.: 29,59C	TEODOLITO: T3		
QUADRANTE: NW	OPERADOR: WJS		

APÊNDICE - III

CADERNETAS DE OBSERVAÇÕES
PARA
DETERMINAÇÃO DO AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL ABSOLUTA
DE ESTRELAS

III-7 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL				
ABSOLUTA DE ESTRELAS				
ESTRELA: β Cru (1,5)				
VISADAS SOBRE A MIRA			NIVEL	
	CÍRCULO HORIZONTAL		W	E
P D	196 $^{\circ}$ 24' 20,0"		-	-
P I	016 $^{\circ}$ 24' 20,0"		-	-
média	196 $^{\circ}$ 24' 20,0"			
OBS:				
VISADAS SOBRE A ESTRELA			NIVEL	
	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL	W	E
P D	41 $^{\circ}$ 38' 50,0"	66 $^{\circ}$ 27' 37,0"	37	13
P I	221 $^{\circ}$ 43' 18,0"	67 $^{\circ}$ 00' 58,4"	13	37
média	41 $^{\circ}$ 41' 04,0"	66 $^{\circ}$ 44' 17,7"		
LOCAL: Goiânia				
DATA: 10-08-78				
ϕ : -16 $^{\circ}$ 41' 32"				
TEODOLITO T3				
L: -3h 17m 17s				
K: 5,8"				
PRESSÃO: 699 mmHg				
TEMP.: 21 $^{\circ}$ C				
QUADRANTE: SW				
OPERADOR: WJS				

III-7 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL				
ABSOLUTA DE ESTRELAS				
ESTRELA: α Gru(2,9)				
VISADAS SOBRE A MIRA		NIVEL		
	CÍRCULO HORIZONTAL	W	E	
P D	1869 24' 34,0"	-	-	
P I	0069 24' 34,0"	-	-	
média	1869 24' 34,0"			
OBS.				
VISADAS SOBRE A ESTRELA		NIVEL		
	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL	W	E
P D	3149 41' 20,1"	659 32' 34,6"	37	13
P I	1349 40' 57,2"	659 49' 58,6"	13	37
média	3149 41' 08,65"	659 41' 16,6"		
LOCAL: Goiânia		DATA: 11-08-78		
ϕ : -169 41' 32"		TEODOLITO T3		
L: -3h 17m 17s		K: 5,8"		
PRESSÃO: 699 mmHg				
TEMP.: 239C				
QUADRANTE: SE		OPERADOR: WJS		

III-7 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL				
ABSOLUTA DE ESTRELAS				
ESTRELA: α Tuc (2,9)				
VISADAS SOBRE A MIRA		NIVEL		
	CÍRCULO HORIZONTAL	W	E	
P D	1869 24' 34"	37	13	
P I	0069 24' 34"	13	37	
média	1869 24' 34"			
OBS. Mira é constituída por um parafuso de um poste de iluminação pública, situado nas proximidades do norte				
VISADAS SOBRE A ESTRELA		NIVEL		
	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL	W	E
P D	3289 45' 45,4"	699 55' 16,0"	37	13
P I	1489 56' 13,5"	699 42' 38,8"	13	37
média	3289 55' 59,45"	699 48' 57,4"		
LOCAL: Goiânia		DATA: 11-08-78		
ϕ : -169 41' 32"		TEODOLITO T3		
L: -3h 17m 17s		K: 5,8"		
PRESSÃO: 699 mmHg				
TEMP.: 239C				
QUADRANTE: SE		OPERADOR: WJS		

III-7 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL				
ABSOLUTA DE ESTRELAS				
ESTRELA: α Gru (2,2)				
VISADAS SOBRE A MIRA		NIVEL		
	CÍRCULO HORIZONTAL	W	E	
P D	196 ° 24' 30,0"	-	-	
P I	016 ° 24' 30,0"	-	-	
média	196 ° 24' 30,0"			
OBS:				
VISADAS SOBRE A ESTRELA		NIVEL		
	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL	W	E
P D	324 ° 42' 59,6"	64 ° 46' 19,0"	37	13
P I	144 ° 44' 14,4"	64 ° 21' 25,6"	13	37
média	314 ° 43' 36,5"	64 ° 33' 52,3"		
LOCAL: Goiânia		DATA: 11-08-78		
ϕ : -16 ° 41' 32"		TEODOLITO T3		
L: -3h 17m 17s		K: 5,8"		
PRESSÃO: 699 mmHg				
TEMP.: 23 ° C				
QUADRANTE: SE		OPERADOR: WJS		

III-7 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL				
ABSOLUTA DE ESTRELAS				
ESTRELA: α Gru (2,2)				
VISADAS SOBRE A MIRA		NIVEL		
	CÍRCULO HORIZONTAL	W	E	
P D	186 ° 24' 34,0"	37	13	
P I	006 ° 24' 34,0"	13	37	
média	186 ° 24' 34,0"			
OBS:				
VISADAS SOBRE A ESTRELA		NIVEL		
	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL	W	E
P D	314 ° 40' 22,2"	66 ° 30' 19,6"	37	13
P I	134 ° 40' 39,8"	66 ° 07' 32,4"	13	37
média	314 ° 40' 30,9"	66 ° 18' 56,0"		
LOCAL: Goiânia		DATA: 11-08-78		
ϕ : -16 ° 41' 32"		TEODOLITO T3		
L: -3h 17m 17s		K: 5,8"		
PRESSÃO: 699 mmHg				
TEMP.: 23 ° C				
QUADRANTE: SE		OPERADOR: WJS		

III-7 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL				
ABSOLUTA DE ESTRELAS				
ESTRELA: α Gru (2,2)				
VISADAS SOBRE A MIRA			NIVEL	
	CÍRCULO HORIZONTAL		W	E
P D	196º 24' 30,0"		-	-
P I	016º 24' 30,0"		-	-
média	196º 24' 30,0"			
OBS.				
VISADAS SOBRE A ESTRELA			NIVEL	
	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL	W	E
P D	324º 48' 06,3"	63º 19' 46,2"	37	13
P I	144º 45' 59,6"	63º 50' 34,0"	13	37
média	324º 47' 02,95"	63º 35' 10,1"		
LOCAL: Goiânia		DATA: 11-08-78		
ϕ : -16º 41' 32"		TEODOLITO T3		
L: -3h 17m 17s		K: 5,8"		
PRESSÃO: 699 mmHg				
TEMP.: 23º C				
QUADRANTE: SE		OPERADOR: WJS		

III-7 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL				
ABSOLUTA DE ESTRELAS				
ESTRELA: ϵ Gru (3,7)				
VISADAS SOBRE A MIRA			NIVEL	
	CÍRCULO HORIZONTAL		W	E
P D	196º 24' 30,0"		-	-
P I	016º 24' 30,0"		-	-
média	196º 24' 30,0"			
OBS.				
VISADAS SOBRE A ESTRELA			NIVEL	
	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL	W	E
P D	319º 25' 24,5"	66º 42' 18,0"	37	13
P I	139º 24' 45,9"	66º 57' 45,4"	13	37
média	319º 25' 05,2"	66º 50' 01,7"		
LOCAL: Goiânia		DATA: 11-08-78		
ϕ : -16º 41' 32"		TEODOLITO T3		
L: -3h 17m 17s		K: 5,8"		
PRESSÃO: 699 mmHg				
TEMP.: 22º C				
QUADRANTE: SE		OPERADOR: WJS		

III-7 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL				
ABSOLUTA DE ESTRELAS				
ESTRELA: ζ Cen (3,1)				
VISADAS SOBRE A MIRA			NIVEL	
	CÍRCULO HORIZONTAL		W	E
P D	206º 24' 30,0"		-	-
P I	026º 24' 30,0"		-	-
média	206º 24' 30,0"			
OBS:				
VISADAS SOBRE A ESTRELA			NIVEL	
	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL	W	E
P D	65º 10' 12,8"	68º 34' 51,4"	37	13
P I	245º 10' 37,4"	68º 19' 29,4"	13	37
média	65º 10' 25,1"	68º 27' 10,4"		
LOCAL: Goiânia DATA: 11-08-78 ϕ : -16º 41' 32" TEODOLITO T3 L: -3h 17m 17s K: 5,8" PRESSÃO: 699 mmHg TEMP.: 20ºC QUADRANTE: SW OPERADOR: WJS				

III-7 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL				
ABSOLUTA DE ESTRELAS				
ESTRELA: ζ Cen (3,1)				
VISADAS SOBRE A MIRA			NIVEL	
	CÍRCULO HORIZONTAL		W	E
P D	206º 24' 30,0"		-	-
P I	026º 24' 30,0"		-	-
média	206º 24' 30,0"			
OBS:				
VISADAS SOBRE A ESTRELA			NIVEL	
	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL	W	E
P D	65º 11' 49,9"	67º 15' 11,8"	37	13
P I	245º 11' 22,0"	67º 49' 34,6"	13	37
média	65º 11' 35,95"	67º 32' 23,2"		
LOCAL: Goiânia DATA: 11-08-78 ϕ : -16º 41' 32,0" TEODOLITO T3 L: -3h 17m 17s K: 5,8" PRESSÃO: 699 mmHg TEMP.: 20ºC QUADRANTE: SE OPERADOR: WJS				

III-7 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL				
ABSOLUTA DE ESTRELAS				
ESTRELA: α Phoe (2,4)				
VISADAS SOBRE A MIRA			NIVEL	
	CÍRCULO HORIZONTAL	W	E	
P D	216º 24' 24,0"	-	-	
P I	036º 24' 24,0"	-	-	
média	216º 24' 24,0"			
OBS:				
VISADAS SOBRE A ESTRELA			NIVEL	
	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL	W	E
P D	339º 34' 53,7"	64º 39' 31,6"	37	13
P I	159º 34' 55,9"	64º 16' 32,6"	13	37
média	339º 34' 54,55"	64º 28' 02,1"		
LOCAL: Goiânia		DATA: 11-08-78		
ϕ : -16º 41' 32,0"		TEODOLITO T3		
L: -3h 17m 17s		K: 5,8"		
PRESSÃO: 699 mmHg				
TEMP.: 20ºC				
QUADRANTE: SE		OPERADOR: WJS		

III-7 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL				
ABSOLUTA DE ESTRELAS				
ESTRELA: α Gru (2,2)				
VISADAS SOBRE A MIRA			NIVEL	
	CÍRCULO HORIZONTAL	W	E	
P D	176º 24' 13,0"	-	-	
P I	356º 24' 13,0"	-	-	
média	176º 24' 13,0"			
OBS:				
VISADAS SOBRE A ESTRELA			NIVEL	
	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL	W	E
P D	304º 40' 03,0"	66º 30' 56,0"	37	13
P I	124º 40' 12,7"	66º 04' 31,6"	13	37
média	304º 40' 07,9"	66º 17' 42,3"		
LOCAL: Goiânia		DATA: 10-08-78		
ϕ : -16º 41' 32"		TEODOLITO T3		
L: -3h 17m 17s		K: 5,8"		
PRESSÃO: 699 mmHg				
TEMP.: 21ºC				
QUADRANTE: SE		OPERADOR: WJS		

III-7 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL				
ABSOLUTA DE ESTRELAS				
ESTRELA: β Cru (1,5)				
VISADAS SOBRE A MIRA		NIVEL		
	CÍRCULO HORIZONTAL	W	E	
P D	186º 24' 30,0"	-	-	
P I	006º 24' 30,0"	-	-	
média	186º 24' 30,0"			
OBS:				
VISADAS SOBRE A ESTRELA		NIVEL		
	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL	W	E
P D	31º 21' 27,6"	64º 44' 46,6"	37	13
P I	211º 24' 43,4"	64º 58' 42,4"	13	37
média	31º 23' 05,2"	64º 51' 44,5"		
LOCAL: Goiânia		DATA: 10-08-78		
ϕ : -16º 41' 32,0"		TEODOLITO T3		
L: -3h 17m 17s		K: 5,8"		
PRESSÃO: 699 mmHg				
TEMP.: 21º				
QUADRANTE: SW		OPERADOR: WJS		

III-7 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL				
ABSOLUTA DE ESTRELAS				
ESTRELA: β Cru (1,5)				
VISADAS SOBRE A MIRA		NIVEL		
	CÍRCULO HORIZONTAL	W	E	
P D	196º 24' 20,0"	-	-	
P I	016º 24' 20,0"	-	-	
média	196º 24' 20,0"			
OBS:				
VISADAS SOBRE A ESTRELA		NIVEL		
	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL	W	E
P D	41º 31' 07,2"	65º 35' 27,0"	37	13
P I	221º 28' 06,0"	65º 17' 27,4"	13	37
média	41º 29' 36,6"	65º 26' 27,0"		
LOCAL: Goiânia		DATA: 10-08-78		
ϕ : -16º 41' 32"		TEODOLITO T3		
L: -3h 17m 17s		K: 5,8"		
PRESSÃO: 699 mmHg				
TEMP.: 21º				
QUADRANTE: SW		OPERADOR: WJS		

III-7 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL				
ABSOLUTA DE ESTRELAS				
ESTRELA: α Gru (2,2)				
VISADAS SOBRE A MIRA			NIVEL	
	CÍRCULO HORIZONTAL		W	E
P D	1859 08' 41,0"		-	-
P I	0059 58' 41,0"		-	-
média	1859 58' 41,0"			
OBS:				
VISADAS SOBRE A ESTRELA			NIVEL	
	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL	W	E
P D	3149 14' 44,5"	669 01' 01,0"	37	13
P I	1349 15' 45,3"	659 16' 18,0"	13	37
média	3149 15' 14,9"	659 38' 39,5"		
LOCAL: Goiânia		DATA: 09-08-78		
ϕ : -169 41' 32"		TEODOLITO T3		
L: -3h 17m 17s		K: 5,8"		
PRESSÃO: 699 mmHg				
TEMP: 19,59C				
QUADRANTE: SE		OPERADOR: WJS		

III-7 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL				
ABSOLUTA DE ESTRELAS				
ESTRELA: α Phoe (2,4)				
VISADAS SOBRE A MIRA			NIVEL	
	CÍRCULO HORIZONTAL		W	E
P D	2169 24' 20,0"		-	-
P I	0369 24' 20,0"		-	-
média	2169 24' 20,0"			
OBS:				
VISADAS SOBRE A ESTRELA			NIVEL	
	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL	W	E
P D	3399 39' 26,0"	679 42' 17,0"	37	13
P I	1599 37' 57,0"	679 17' 43,0"	13	37
média	3399 38' 41,5"	679 30' 00,0"		
LOCAL: Goiânia		DATA: 10-08-78		
ϕ : -169 41' 32"		TEODOLITO T3		
L: -3h 17m 17s		K: 5,8"		
PRESSÃO: 700 mmHg				
TEMP: 18,59C				
QUADRANTE: SE		OPERADOR: WJS		

III-7 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL				
ABSOLUTA DE ESTRELAS				
ESTRELA: θ Cei. (2,3)				
VISADAS SOBRE A MIRA		NIVEL		
	CÍRCULO HORIZONTAL	W	E	
P D	196 \circ 24' 20,0"	-	-	
P I	016 \circ 24' 20,0"	-	-	
média	196 \circ 24' 20,0"			
OBS.				
VISADAS SOBRE A ESTRELA		NIVEL		
	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL	W	E
P D	67 \circ 19' 15,8"	61 \circ 34' 17,0"	37	13
P I	241 \circ 18' 50,8"	62 \circ 03' 20,0"	13	37
média	67 \circ 19' 03,3"	61 \circ 48' 58,5"		
LOCAL: Goiânia		DATA: 10-08-78		
ϕ : -16 \circ 41' 32"		TEODOLITO T3		
L: -3h 17m 17s		K: 5,8"		
PRESSÃO: 699 mmHg				
TEMP.: 21 \circ C				
QUADRANTE: SW		OPERADOR: WJS		

III-7 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA ZENITAL				
ABSOLUTA DE ESTRELAS				
ESTRELA: α Phoe (2,4)				
VISADAS SOBRE A MIRA		NIVEL		
	CÍRCULO HORIZONTAL	W	E	
P D	206 \circ 24' 12,0"	-	-	
P I	026 \circ 24' 12,0"	-	-	
média	206 \circ 24' 12,0"			
OBS.				
VISADAS SOBRE A ESTRELA		NIVEL		
	CÍRCULO HORIZONTAL	CÍRCULO VERTICAL	W	E
P D	329 \circ 43' 12,5"	68 \circ 50' 13,0"	37	13
P I	149 \circ 41' 51,0"	68 \circ 30' 37,0"	13	37
média	329 \circ 42' 31,75"	68 \circ 40' 25,0"		
LOCAL: Goiânia		DATA: 10-08-78		
ϕ : -16 \circ 41' 32"		TEODOLITO T3		
L: -3h 17m 17s		K: 5,8"		
PRESSÃO: 700 mmHg				
TEMP: 18,5 \circ C				
QUADRANTE: SE		OPERADOR: WJS		

APÊNDICE - IV

CADERNETAS DE OBSERVAÇÕES
PARA
DETERMINAÇÃO DO AZIMUTE POR ESTRELAS EM ELONGAÇÃO

IV-4 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE POR ESTRELAS EM ELONGAÇÃO			
LOCAL: Goiânia		DATA: 09-08-78	
ϕ : -16° 41' 32"		INICIO: 21h 51m Legais	
L: -3h 17m 17s		TEODOLITO: T3	
PONTO VISADO		ELEMENTOS DE CALAGEM	LEITURA DO CÍRCULO HORIZONTAL
MIRA	PD		185° 58' 39,0"
	PI		355° 58' 39,0"
ESTRELA ε Cen (2,6) W		$A_0 = 38° 32' 17,6''$ $Z_0 = 69° 01' 29,5''$ HL = 21h 51	38° 06' 30,4"
ESTRELA		$A_0 =$ $Z_0 =$ HL =	
MIRA	PD		185° 58' 39,0"
	PI		355° 58' 39,0"
OBS.			

IV-4 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE POR ESTRELAS EM ELONGAÇÃO			
LOCAL: Goiânia		DATA: 11-08-78	
ϕ : -16° 41' 32"		INICIO: 22h 06m	
L:		TEODOLITO:	
PONTO VISADO		ELEMENTOS DE CALAGEM	LEITURA DO CÍRCULO HORIZONTAL
MIRA	PD		186° 24' 34"
	PI		006° 24' 34"
ESTRELA		$A_0 = 313° 21' 42,88''$ $Z_0 = 66° 24' 26''$ HL = 22h 06m	313° 21' 50,0"
α Phoe (3,9) E			
ESTRELA		$A_0 = 309° 34' 53,75''$ $Z_0 = 64° 47' 51''$ HL = 22h 36m	319° 34' 53,40"
α Phoe (2,4) E			
MIRA	PD		186° 24' 34"
	PI		006° 24' 34"
OBS:			

IV-4 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE POR ESTRELAS EM ELONGAÇÃO			
LOCAL: Goiânia		DATA: 09-08-78	
ϕ : -16° 41' 32"		INICIO: 21h 10m	
L: -3h 17m 17s		TEODOLITO: T3	
PONTO VISADO		ELEMENTOS DE CALAGEM	LEITURA DO CÍRCULO HORIZONTAL
MIRA	PD		185° 58' 39,0"
	PI		355° 58' 39,0"
ESTRELA		$A_0 = 31° 55' 02,14''$ $Z_0 = 70° 32' 34''$ HL = 21h 10m	31° 29' 12,2"
β Cru (1,5) W			
ESTRELA		$A_0 = 57° 19' 31,60''$ $Z_0 = 60° 57' 01''$ HL = 21h 36m	56° 53' 43,0"
θ Cen (2,3) W			
MIRA	PD		185° 58' 39,0"
	PI		355° 58' 39,0"
OBS:			

IV-4 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE POR ESTRELAS EM ELONGAÇÃO			
LOCAL: Goiânia		DATA: 11-08-78	
ϕ : -16° 41' 32"		INICIO: 19h 54m Legais	
L: -3h 17m 17s		TEODOLITO: T3	
PONTO VISADO		ELEMENTOS DE CALAGEM	LEITURA DO CÍRCULO HORIZONTAL
MIRA	PD		186° 24' 34"
	PI		006° 24' 34"
ESTRELA α T. c (2,9) E		$A_0 = 328^{\circ}55'07,68''$ $Z_0 = 70^{\circ}42'11''$ HL = 19h 54m	328° 55' 15,0"
ESTRELA α Gru (2,2) E		$A_0 = 314^{\circ}40'09,07''$ $Z_0 = 66^{\circ}53'58''$ HL = 20h 08m	314° 40' 15,5"
MIRA	PD		186° 24' 34"
	PI		006° 24' 34"
OBS.			

IV-4 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE POR ESTRELAS EM ELONGAÇÃO			
LOCAL: Goiânia		DATA: 11-08-78	
ϕ : -16° 41' 32"		INICIO: 21h 26m Legais	
L: -3h 17m 17s		TEODOLITO: T3	
PONTO VISADO		ELEMENTOS DE CALAGEM	LEITURA DO CÍRCULO HORIZONTAL
MIRA	PD		186° 24' 34"
	PI		006° 24' 34"
ESTRELA θ Cen (2,3) W		$A_0 = 57^{\circ}19'31,72''$ $Z_0 = 60^{\circ}57'00,7''$ HL = 21h 26m	57° 19' 40,50"
ESTRELA ζ Cen (3,1) W		$A_0 = 45^{\circ}11'48,32''$ $Z_0 = 66^{\circ}56'54''$ HL = 21h 46m	45° 11' 52,70"
MIRA	PD		186° 24' 34"
	PI		006° 24' 34"
OBS.			

IV-4 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE POR ESTRELAS EM ELONGAÇÃO			
LOCAL: Goiânia		DATA: 10-08-78	
φ: -16° 41' 32"		INICIO: 22h 37m Legais	
L: -3h 17m 17s		TEODOLITO: T3	
PONTO VISADO		ELEMENTOS DE CALAGEM	LEITURA DO CÍRCULO HORIZONTAL
MIRA	PD		216° 24' 20"
	PI		036° 24' 20"
ESTRELA		A ₀ = 309° 34' 53,87"	339° 34' 45"
α Phoe (2,4) E		Z ₀ = 64° 47' 51"	
		HL = 22h 37m	
ESTRELA		A ₀ =	
		Z ₀ =	
		HL =	
MIRA	PD		216° 24' 20"
	PI		036° 24' 20"
OBS.			

IV-4 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE POR ESTRELAS EM ELONGAÇÃO			
LOCAL: Goiânia		DATA: 10-08-78	
φ: -16° 41' 32"		INICIO: 22h 09m Legais	
L: -3h 17m 17s		TEODOLITO: T3	
PONTO VISADO		ELEMENTOS DE CALAGEM	LEITURA DO CÍRCULO HORIZONTAL
MIRA	PD		196° 24' 20,0"
	PI		016° 24' 20,0"
ESTRELA		A ₀ = 38° 32' 17,76"	48° 32' 09,5"
ε Cen (2,6) W		Z ₀ = 69° 01' 30"	
		HL = 21h 47m	
ESTRELA		A ₀ = 313° 21' 42,86"	333° 21' 43,2"
ε Phoe (3,9) E		Z ₀ = 66° 24' 26"	
		HL = 22h 09m	
MIRA	PD		206° 24' 28"
	PI		026° 24' 28"
OBS.			

IV-4 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE POR ESTRELAS EM ELONGAÇÃO			
LOCAL: Goiânia		DATA: 10-08-78	
ϕ : -16° 41' 32"		INICIO: 21h 06m Legais	
L: -3h 17m 17s		TEODOLITO: T3	
PONTO VISADO		ELEMENTOS DE CALAGEM	LEITURA DO CÍRCULO HORIZONTAL
MIRA	PD		196° 24' 20,0"
	PI		016° 24' 20,0"
ESTRELA		$A_0 = 31955'02,33''$ $Z_0 = 70° 32' 34''$ HL = 21h 06m	31° 55' 02,33"
ESTRELA		$A_0 = 57919'31,71''$ $Z_0 = 60° 57' 01,0''$ HL = 21h 31m	67° 19' 24,6"
MIRA	PD		196° 24' 20,0"
	PI		016° 24' 20,0"
OBS.			

IV-4 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE POR ESTRELAS EM ELONGAÇÃO			
LOCAL: Goiânia		DATA: 10-08-78	
ϕ : -16° 41' 32"		INICIO: 19h 52m - Legal	
L: -3h 17m 17s		TEODOLITO: T3	
PONTO VISADO		ELEMENTOS DE CALAGEM	LEITURA DO CÍRCULO HORIZONTAL
MIRA	PD		186° 24' 23,0"
	PI		006° 24' 23,0"
ESTRELA		$A_0 = 328955'07,62''$ $Z_0 = 70° 42' 11,0''$ HL = 19h 52m	328° 55' 03,5"
ESTRELA		$A_0 = 314940'08,88''$ $Z_0 = 366° 53' 59,0''$ HL = 20h 07m	314° 40' 03,30"
MIRA	PD		186° 24' 23,0"
	PI		006° 24' 23,0"
OBS. A mira se constitui em um parafuso de um poste de iluminação pública, situado nas proximidades do norte.			

APÊNDICE - V

CADERNETAS DE OBSERVAÇÕES
PARA
DETERMINAÇÃO DO AZIMUTE POR ESTRELAS EM CIRCUM-ELONGAÇÃO

V-5 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

AZIMUTE POR ESTRELAS EM CIRCUM-ELONGAÇÃO								
LOCAL: Goiânia			DATA: 14-08-78					
ϕ : -16° 41' 32"			INICIO: 18h 35m Siderais					
L: -3h 17m 17s			CRONOMETRO: Ulysse Nardin					
ESTRELA: ϵ Cen(3,1) W			TEODOLITO: T3					
	INSTANTE CRONOMÉTRICO			LIMBO HORIZONTAL		NIVEL		
	h	m	s	°	'	"	W	E
PD	18	36	00,25	45	10	32,0	37	13
		38	32,75		11	06,2		
		40	13,50		11	23,9		
		42	17,00		11	36,2		
		44	58,00		11	40,5		
PI	18	46	07,25	225	11	32,0	13	37
		48	12,50		11	21,5		
		50	10,75		11	00,0		
		52	30,50		10	26,0		
		54	11,50		09	51,2		
MIRA	PD	186° 24' 05,0"						
	PI	006° 24' 05,0"						
OBS.					ELEMENTOS DE CALAGEM		$\left\{ \begin{array}{l} A_0 = 45^\circ 12' \\ Z_0 = 66^\circ 56' \end{array} \right.$	
K = 5,8"								
E ₀ = 3m 41,23s								
m = 0,1608 s/h								
OPERADOR: W J S								

AZIMUTE POR ESTRELAS EM CIRCUM-ELONGAÇÃO

LOCAL: Goiânia DATA: 14-08-78
 ϕ : -16° 41' 32" INICIO: 17h 47m Siderais
 L: -3h 17m 17s CRONOMETRO: Ulysse Nardin
 ESTRELA: β Cru(1,5) W TEODOLITO: T3

	INSTANTE CRONOMÉTRICO			LIMBO HORIZONTAL			NIVEL	
							W	E

PD	h	m	s	°	'	"	37	13
	17	49	15,25	35	53	04,5		
	52	00,25		53	58,2			
	54	16,75		54	26,6			
	57	19,75		54	51,5			
	59	14,50		54	56,2			

PI	h	m	s	°	'	"	13	37
	18	00	38,25	215	55	00,0		
	02	54,50		54	53,1			
	05	26,50		54	36,5			
	07	38,50		54	11,4			
	09	07,50		53	49,2			

MIRA	PD	190° 24' 15,0"
	PI	010° 24' 15,0"

OBS-
 $K = 5,8''$
 $E_0 = 3m 41,23s$
 $m = 0,1608 s/h$
 OPER: W J S

ELEMENTOS DE CALAGEM
 $A_0 = 31° 55'$
 $Z_0 = 70° 32'$

AZIMUTE POR ESTRELAS EM CIRCUM-ELONGAÇÃO

LOCAL: Goiânia DATA: 14-08-78
 ϕ : -16° 41' 32" INICIO: 19h 00m Siderais
 L: -3h 17m 17s CRONOMETRO: Ulysse Nardin
 ESTRELA: ϵ Phoe(3,9)E TEODOLITO: T3

	INSTANTE CRONOMÉTRICO			LIMBO HORIZONTAL			NIVEL	
							W	E

PD	h	m	s	°	'	"	37	13
	19	01	53,50	323	23	34,1		
	03	55,00		22	51,2			
	05	47,75		22	18,9			
	07	43,50		21	54,6			
	09	17,50		21	40,6			

PI	h	m	s	°	'	"	13	37
	19	10	45,00	143	21	28,4		
	12	11,50		21	26,4			
	13	08,50		21	26,4			
	18	01,75		21	58,9			
	20	42,00		22	33,4			

MIRA	PD	196° 24' 25,0"
	PI	016° 24' 25,0"

OBS-
 $K = 5,8''$
 $E_0 = 3m 41,23s$
 $m = 0,1608 s/h$
 OPERADOR: W J S

ELEMENTOS DE CALAGEM
 $A_0 = 313° 22'$
 $Z_0 = 66° 24'$

AZIMUTE POR ESTRELAS EM CIRCUM-ELONGAÇÃO								
LOCAL: Goiânia			DATA: 14-08-78					
φ: -16° 41' 32"		INICIO: 18h 30m Siderais						
L: -3h 17m 17s		CRONOMETRO: Ulysse Nardin						
ESTRELA: ζ Cen(3,1)		TEODOLITO: T3						
	INSTANTE CRONOMÉTRICO		LIMBO HORIZONTAL			NIVEL		
	h	m	s	φ	'	"	W	E
PD	18	32	49,75	55	09	31,4	37	13
PI	18	41	27,00	235	11	37,8	13	37
MIRA	PD	196° 24' 25,0"						
	PI	016° 24' 25,0"						
OBS:		K = 5,8"		ELEMENTOS DE CALAGEM		$\left\{ \begin{array}{l} A_0 = 45^\circ 12' \\ Z_0 = 66^\circ 59' \end{array} \right.$		
		E ₀ = 3m 41,23s						
		m = 0,1608 s/h						
OPERADOR:		W J S						

AZIMUTE POR ESTRELAS EM CIRCUM-ELONGAÇÃO								
LOCAL: Goiânia			DATA: 14-08-78					
φ: -16° 41' 32"		INICIO: 18h 15m Siderais						
L: -3h 17m 17s		CRONOMETRO: Ulysse Nardin						
ESTRELA: θ Cen(2,3) W		TEODOLITO: T3						
	INSTANTE CRONOMÉTRICO		LIMBO HORIZONTAL			NIVEL		
	h	m	s	φ	'	"	W	E
PD	18	16	56,50	67	18	17,9	37	13
PI	18	25	23,50	247	19	32,5	13	37
MIRA	PD	196° 24' 25,0"						
	PI	016° 24' 25,0"						
OBS:		K = 5,8"		ELEMENTOS DE CALAGEM		$\left\{ \begin{array}{l} A_0 = 57^\circ 19' \\ Z_0 = 60^\circ 54' \end{array} \right.$		
		E ₀ = 3m 41,23s						
		m = 0,1608 s/h						
OPERADOR:		W J S						

AZIMUTE POR ESTRELAS EM CIRCUM-ELONGAÇÃO

LOCAL: Goiânia DATA: 15-08-78
 ϕ : -16° 41' 32" INICIO: 20h 02m Siderais
 L: -3h 17m 17s CRONOMETRO: Ulysse Nardin
 ESTRELA: ζ Lup(3,5) W TEODOLITO: T3

	INSTANTE CRONOMÉTRICO			LIMBO HORIZONTAL			NIVEL	
							W	E
	h	m	s	°	'	"		
PD	20	04	13,00	89	57	31,5	37	13
		06	14,25		57	58,6		
		08	43,50		58	16,2		
		10	37,00		58	23,2		
		12	26,00		58	21,0		
PI	20	13	38,00	269	58	13,0	13	37
		14	57,50		58	04,9		
		16	31,00		57	47,6		
		18	07,50		57	36,8		
		19	33,00		57	07,8		
MIRA	PD	236° 24' 08,0"						
	PI	056° 24' 08,0"						

OBS:
 $\kappa = 5,8''$
 $E_0 = 3m 41,23s$
 $m = 0,1608 s/h$
 OPERADOR: W J S

ELEMENTOS DE CALAGEM
 $A_0 = 39° 58'$
 $Z_0 = 68° 38'$

AZIMUTE POR ESTRELAS EM CIRCUM-ELONGAÇÃO

LOCAL: Goiânia DATA: 14-08-78
 ϕ : -16° 41' 32" INICIO: 17h 50m Siderais
 L: -3h 17m 17s CRONOMETRO: Ulysse Nardin
 ESTRELA: β Cru(1,5) W TEODOLITO: T3

	INSTANTE CRONOMÉTRICO			LIMBO HORIZONTAL			NIVEL	
							W	E
	h	m	s	°	'	"		
PD	17	50	55,00	31	53	39,6	37	13
		53	07,75		54	13,5		
		55	09,50		54	41,7		
		56	58,00		54	51,9		
		58	53,50		55	00,5		
PI	18	01	44,50	211	54	57,5	13	37
		03	11,00		54	54,2		
		04	42,50		54	45,1		
		06	15,50		54	31,2		
		07	39,50		54	13,7		
MIRA	PD	186° 24' 22,0"						
	PI	006° 24' 22,0"						

OBS:
 $\kappa = 5,8''$
 $E_0 = 3m 41,23s$
 $m = 0,1608 s/h$
 OPERADOR: W J S

ELEMENTOS DE CALAGEM
 $A_0 = 31° 55'$
 $Z_0 = 70° 32'$

AZIMUTE POR ESTRELAS EM CIRCUM-ELONGAÇÃO	
LOCAL: Goiânia	DATA: 15-08-78
ϕ : -16° 41' 32"	INICIO: 18h 58m Siderais
L: -3h 17m 17s	CRONOMETRO: Ulysse Nardin
ESTRELA: ϵ Phoe(3,9) E	TEODOLITO: T3

	INSTANTE CRONOMÉTRICO	LIMBO HORIZONTAL	NIVEL	
			W	E
PD	h m s	° ' "	37	13
	18 59 13,00	343 24 39,4		
	19 01 12,75	23 45,0		
	03 08,25	23 07,3		
	05 08,50	22 29,9		
	07 38,50	21 59,3		

PI	19 10 03,00	163 21 36,0	13	37
	12 36,75	21 26,0		
	15 15,75	21 36,1		
	18 21,25	22 06,2		
	21 02,25	22 47,4		

MIRA	PD	216° 24' 32,0"		
	PI	036° 24' 32,0"		

OBS:	ELEMENTOS DE CALAGEM	$A_0 = 313^\circ 22'$ $Z_0 = 66^\circ 24'$
$K = 5,8''$		
$E_0 = 3m 41,23s$		
$m = 0,1608 s/h$		
OPERADOR: W J S		

AZIMUTE POR ESTRELAS EM CIRCUM-ELONGAÇÃO	
LOCAL: Goiânia	DATA: 15-08-78
ϕ : -16° 41' 32"	INICIO: 18h 34m Siderais
L: -3h 17m 17s	CRONOMETRO: Ulysse Nardin
ESTRELA: ζ Cen(3,1) W	TEODOLITO: T3

	INSTANTE CRONOMÉTRICO	LIMBO HORIZONTAL	NIVEL	
			W	E
PD	h m s	° ' "	37	13
	18 34 19,50	65 10 00,4		
	36 19,50	10 37,8		
	38 16,25	11 10,2		
	40 13,00	11 29,6		
	42 13,00	11 40,9		

PI	18 44 25,00	245 11 43,0	13	37
	46 15,25	11 39,0		
	48 19,00	11 23,4		
	51 04,00	10 51,1		
	52 56,75	10 20,3		

MIRA	PD	206° 24' 15,0"		
	PI	026° 24' 15,0"		

OBS:	ELEMENTOS DE CALAGEM	$A_0 = 45^\circ 12'$ $Z_0 = 66^\circ 56'$
$K = 5,8''$		
$E_0 = 3m 41,23s$		
$m = 0,1608 s/h$		
OPERADOR: W J S		

AZIMUTE POR ESTRELAS EM CIRCUM-ELONGAÇÃO								
LOCAL: Goiânia			DATA: 15-08-78					
φ: -16° 41' 32"		INICIO: 18h 10m Siderais						
L: -3h 17m 17s		CRONOMETRO: Ulysse Nardin						
ESTRELA: θ Cen(2,3) W		TEODOLITO: T3						
	INSTANTE CRONOMÉTRICO		LIMBO HORIZONTAL			NIVEL		
	h	m	s	o	'	"	W	E
PD	18	12	10,25	67	17	10,2	37	13
		14	23,50		18	03,6		
		16	33,00		18	39,4		
		19	01,00		19	09,9		
		21	11,50		19	25,1		
PI	18	22	56,50	247	19	26,8	13	37
		25	23,00		19	20,8		
		27	51,25		19	06,2		
		29	39,25		18	45,6		
		31	35,25		18	17,0		
MIRA	PD	196° 24' 20"						
	PI	016° 24' 20"						
OBS.		K = 5,8"		ELEMENTOS DE CALAGEM		A ₀ = 57° 19'		
		E ₀ = 3m 41,23s				Z ₀ = 60° 58'		
		m = 0,1608 s/h						
OPERADOR:		W J S						

AZIMUTE POR ESTRELAS EM CIRCUM-ELONGAÇÃO								
LOCAL: Goiânia			DATA: 15-08-78					
φ: -16° 41' 32"		INICIO: 17h 25m Siderais						
L: -3h 17m 17s		CRONOMETRO: Ulysse Nardin						
ESTRELA: ε Gru(3,7) E		TEODOLITO: T3						
	INSTANTE CRONOMÉTRICO		LIMBO HORIZONTAL			NIVEL		
	h	m	s	o	'	"	W	E
PD	17	27	51,50	319	24	30,5	37	13
		30	24,50		23	49,1		
		32	35,00		23	23,9		
		34	39,50		23	08,0		
		36	42,50		23	05,7		
PI	17	38	00,50	139	23	05,9	13	37
		39	47,50		23	11,7		
		41	51,00		23	28,0		
		44	04,00		23	52,6		
		46	22,00		24	32,9		
MIRA	PD	186° 24' 25,0"						
	PI	006° 24' 25,0"						
OBS.		K = 5,8"		ELEMENTOS DE CALAGEM		A ₀ = 319° 23'		
		E ₀ = 3m 41,23s				Z ₀ = 68° 27'		
		m = 0,1608 s/h						
OPERADOR:		W J S						

AZIMUTE POR ESTRELAS EM CIRCUM-ELONGAÇÃO
 LOCAL: Goiânia DATA: 15-08-78
 ϕ : -169 41' 32" INICIO: 17h 00m Siderais
 L: -3h 17m 17s CRONOMETRO: Ulysse Nardin
 ESTRELA: α Gru(2,2) E TEODOLITO: T3

	INSTANTE CRONOMETRICO			LIMBO HORIZONTAL			NIVEL	
							W	E
	h	m	s	°	'	"		
PD	17	00	07,00	314	40	39,1	37	13
		01	45,50		40	22,6		
		03	02,00		40	10,4		
		04	36,00		40	04,8		
		05	46,50		40	02,0		
PI	17	07	05,00	134	40	08,6	13	37
		08	35,00		40	08,4		
		10	51,50		40	28,5		
		12	46,50		40	50,2		
		14	24,50		41	14,1		
MIRA	PD	1869 24' 25,0"						
	PI	0069 24' 25,0"						

OBS.
 $K = 5,8''$
 $E_0 = 3m 41,23s$
 $m = 0,1608 s/h$
 OPERADOR: W J S

ELEMENTOS DE CALAGEM
 $A_0 = 314^{\circ} 40'$
 $Z_0 = 66^{\circ} 54'$

AZIMUTE POR ESTRELAS EM CIRCUM-ELONGAÇÃO
 LOCAL: Goiânia DATA: 15-08-78
 ϕ : -169 41' 32" INICIO: 16h 40m Siderais
 L: -3h 17m 17s CRONOMETRO: Ulysse Nardin
 ESTRELA: α Tuc(2,9) E TEODOLITO: T3

	INSTANTE CRONOMETRICO			LIMBO HORIZONTAL			NIVEL	
							W	E
	h	m	s	°	'	"		
PD	16	41	27,50	328	56	21,9	37	13
		43	34,50		55	49,6		
		45	45,00		55	24,0		
		47	43,00		55	10,4		
		49	49,50		55	02,2		
PI	16	51	47,50	148	55	02,0	13	37
		53	44,50		55	10,0		
		55	33,50		55	22,0		
		56	36,50		55	31,7		
		57	48,50		55	44,8		
MIRA	PD	1869 24' 25,0"						
	PI	0069 24' 25,0"						

OBS.
 $K = 5,8''$
 $E_0 = 3m 41,23s$
 $m = 0,1608 s/h$
 OPERADOR: WJS

ELEMENTOS DE CALAGEM
 $A_0 = 328^{\circ} 55'$
 $Z_0 = 70^{\circ} 42'$

AZIMUTE POR ESTRELAS EM CIRCUM-ELONGAÇÃO

LOCAL: Goiânia DATA: 16-08-78

ϕ : -16° 41' 32" INICIO: 19h 00m Siderais

L: -3h 17m 17s CRONOMETRO: Ulysse Nardin

ESTRELA: e Phoe(3,9) E TEODOLITO: T3

	INSTANTE CRONOMÉTRICO			LIMBO HORIZONTAL			NIVEL	
							W	E
PD	h	m	s	°	'	"	37	13
	19	02	21,00	303	22	36,60		
		04	32,50		22	08,00		
		06	07,00		21	47,20		
		08	12,00		21	34,50		
		10	15,50		21	27,70		
PI	19	12	32,75	123	21	31,10	13	37
		14	38,75		21	44,70		
		16	20,50		22	02,10		
		18	23,00		22	32,10		
		20	16,50		23	10,00		
MIRA	PD	176° 24' 17,0"						
	PI	356° 24' 17,0"						

OBS: $k = 5,8''$ ELEMENTOS DE CALAGEM $\left\{ \begin{array}{l} A_0 = 3139 22' \\ Z_0 = 669 24' \end{array} \right.$

$E_0 = 3m 41,23s$

$m = 0,1608 \text{ s/h}$

OPERADOR: WJS

AZIMUTE POR ESTRELAS EM CIRCUM-ELONGAÇÃO

LOCAL: Goiânia DATA: 16-08-78

ϕ : -16° 41' 32" INICIO: 17h 27m Siderais

L: -3h 17m 17s CRONOMETRO: Ulysse Nardin

ESTRELA: e Gru(3,7) E TEODOLITO: T3

	INSTANTE CRONOMÉTRICO			LIMBO HORIZONTAL			NIVEL	
							W	E
PD	h	m	s	°	'	"	37	13
	17	28	09,25	329	24	26,6		
		30	06,00		23	53,1		
		32	10,75		23	29,0		
		34	52,50		23	09,2		
		37	29,75		23	06,2		
PI	17	38	58,50	149	23	09,3	13	37
		41	07,50		23	21,0		
		43	31,00		23	47,3		
		45	34,75		24	19,8		
		47	34,25		24	59,5		
MIRA	PD	196° 24' 30,0"						
	PI	016° 24' 30,0"						

OBS: $k = 5,8''$ ELEMENTOS DE CALAGEM $\left\{ \begin{array}{l} A_0 = 3199 23' \\ Z_0 = 689 33' \end{array} \right.$

$E_0 = 3m 41,23s$

$m = 0,1608 \text{ s/h}$

OPERADOR: WJS

AZIMUTE POR ESTRELAS EM CIRCUM-ELONGAÇÃO

LOCAL: Goiânia DATA: 16-08-78
 ϕ : -16 $^{\circ}$ 41' 32" INICIO: 18h 10m Siderais
 L: -3h 17m 17s CRONOMETRO: Ulysse Nardin
 ESTRELA: θ Cen(2,2) W TEODOLITO: T3

--	--	--	--	--

	INSTANTE CRONOMÉTRICO			LIMBO HORIZONTAL			NIVEL		
							W	E	
PD	h	m	s	°	'	"	37	13	
	18	15	17,25	87	18	14,9			
			17	29,75		18			51,2
			19	12,25		19			07,6
			20	32,00		19			19,8
		23	19,75		19	25,9			
PI	18	25	10,75	267	19	25,5	13	37	
			27	10,00		19			11,5
			29	36,50		18			44,0
			31	29,25		18			17,8
			33	09,00		17			40,3

MIRA	PD	216 $^{\circ}$ 24' 17,0"		
	PI	036 $^{\circ}$ 24' 16,0"		

OBS: $k = 5,8''$ ELEMENTOS DE CALAGEM $\left\{ \begin{array}{l} A_0 = 57^{\circ} 19' \\ Z_0 = 60^{\circ} 58' \end{array} \right.$
 $E_0 = 3m 41,23s$
 $m = 0,1608s/h$
 OPERADOR: WJS

AZIMUTE POR ESTRELAS EM CIRCUM-ELONGAÇÃO

LOCAL: Goiânia DATA: 16-08-78
 ϕ : -16 $^{\circ}$ 41' 32" INICIO: 17h 50m Siderais
 L: -3h 17m 17s CRONOMETRO: Ulysse Nardin
 ESTRELA: δ Cru(1,5) W TEODOLITO: T3

--	--	--	--	--

	INSTANTE CRONOMÉTRICO			LIMBO HORIZONTAL			NIVEL		
							W	E	
PD	h	m	s	°	'	"	37	13	
	17	51	18,75	51	53	47,2			
			53	16,75		54			16,4
			55	34,00		54			40,0
			57	22,25		54			51,0
		59	17,00		54	57,7			
PI	18	00	24,00	231	54	57,4	13	37	
			02	44,25		54			50,1
			04	28,00		54			40,4
			06	21,25		54			22,5
			08	22,25		53			56,0

MIRA	PD	206 $^{\circ}$ 24' 18,0"		
	PI	026 $^{\circ}$ 24' 17,0"		

OBS: $k = 5,8''$ ELEMENTOS DE CALAGEM $\left\{ \begin{array}{l} A_0 = 31^{\circ} 55' \\ Z_0 = 70^{\circ} 32' \end{array} \right.$
 $E_0 = 3m 41,23s$
 $m = 0,1608s/h$
 OPERADOR: WJS

APÊNDICE - VI

CADERNETAS DE OBSERVAÇÕES
PARA
DETERMINAÇÃO DO AZIMUTE PELA ESTRELA σ OCTANTIS

VI-3 CADERNETA DE OBSERVAÇÕES

Azimute pela σ Octantis				
LOCAL: Goiânia			DATA: 24-08-78	
ϕ : -16° 41' 32"			CRONÔMETRO: Ulysse Nardin	
L: - 3h 17m 17s			TEODOLITO: T3	
INICIO DAS OBS. 17h 50m Siderais				
		CÍRCULO HORIZONTAL	NÍVEL	
			W	E
MIRA	PD	152° 56' 26,0"	-	-
	PI	332° 56' 25,0"	-	-
	média	152° 56' 25,5"		
CRONOMETRAGEM		CÍRCULO HORIZONTAL		
19h 13m 23,75s	PD	326° 08' 57,6"	37	13
19h 11m 06,75s	PI	146° 08' 23,8"	13	37
19h 12m 15,25s	média	326° 08' 40,7"		
OBS:		ELEMENTOS DE CALAGEM		$b =$ $A_0 = 359° 18'$ $Z_0 = 72° 38'$
K = 5,8"				
E ₀ = 6m 05,5s				
m = 9,1609 s/h				
OPERADOR: W J S				

Azimute pela σ Octantis				
LOCAL: Goiânia		DATA: 24-08-78		
ϕ : -16° 41' 32"		CRONÔMETRO: Ulysse Nardin		
L: -3h 17m 17s		TEODOLITO: T3		
INICIO DAS OBS. 17h 50m Siderais				
		CÍRCULO HORIZONTAL	NIVEL	
			W	E
MIRA	PD	140° 21' 59,0"	-	-
	PI	320° 21' 58,7"	-	-
	média	140° 21' 58,85"		
CRONOMETRAGEM		CÍRCULO HORIZONTAL		
19h 08m 02,00s	PD	313° 33' 16,50"	37	13
19h 10m 11,75s	PI	133° 33' 46,80"	13	37
19h 09m 06,87s	média	313° 33' 31,65"		
OBS:		ELEMENTOS DE CALAGEM		$b =$
$K = 5,8''$	$E_0 = 6m 05,5s$	$m = 0,1609 \text{ s/h}$	$A_0 = 359° 18'$	$Z_0 = 72° 38'$
OPERADOR: W J S				

Azimute pela σ Octantis				
LOCAL: Goiânia		DATA: 24-08-78		
ϕ : -16° 41' 32"		CRONÔMETRO: Ulysse Nardin		
L: -3h 17m 17s		TEODOLITO: T3		
INICIO DAS OBS. 17h 50m Siderais				
		CÍRCULO HORIZONTAL	NIVEL	
			W	E
MIRA	PD	125° 03' 58,6"	-	-
	PI	305° 03' 57,7"	-	-
	média	125° 03' 58,15"		
CRONOMETRAGEM		CÍRCULO HORIZONTAL		
19h 00m 33,75s	PD	289° 13' 27,00"	37	13
18h 59m 12,75s	PI	118° 13' 05,3"	13	37
18h 59m 53,25s	média	298° 13' 16,15"		
OBS:		ELEMENTOS DE CALAGEM		$b =$
$K = 5,8''$	$E_0 = 6m 05,5s$	$m = 0,1609 \text{ s/h}$	$A_0 = 359° 18'$	$Z_0 = 72° 38'$
OPERADOR: W J S				

Azimute pela σ Octantis				
LOCAL: Goiânia		DATA: 24-08-78		
ϕ : -16° 41' 32"		CRONÔMETRO: Ulysse Nardin		
L: -3h 17m 17s		TEODOLITO: T3		
INICIO DAS OBS. 17h 50m Siderais				
		CÍRCULO HORIZONTAL	NIVEL	
			W	E
MIRA	PD	110° 00' 03,0"	-	-
	PI	290° 00' 02,4"	-	-
	média	110° 00' 02,7"		
CRONOMETRAGEM		CÍRCULO HORIZONTAL		
18h 56m 46,50s	PD	283° 08' 37,7"	37	13
18h 58m 22,00s	PI	103° 09' 02,1"	13	37
18h 57m 34,25s	média	283° 08' 49,9"		
OBS. $k = 5,8''$		ELEMENTOS DE CALAGEM		$b =$ $A_0 = 3599' 18''$ $Z_0 = 729' 38''$
$E_0 = 6m 05,5s$				
$m = 0,1609 s/h$				
OPERADOR: W J S				

Azimute pela σ Octantis				
LOCAL: Goiânia		DATA: 24-08-78		
ϕ : -16° 41' 32"		CRONÔMETRO: Ulysse Nardin		
L: -3h 17m 17s		TEODOLITO: T3		
INICIO DAS OBS. 17h 50m Siderais				
		CÍRCULO HORIZONTAL	NIVEL	
			W	E
MIRA	PD	97° 46' 02,0"	-	-
	PI	277° 46' 01,5"	-	-
	média	97° 46' 01,75"		
CRONOMETRAGEM		CÍRCULO HORIZONTAL		
18h 43m 19,00s	PD	270° 51' 29,3"	37	13
18h 40m 23,00s	PI	90° 50' 48,8"	13	37
18h 41m 51,00s	média	270° 51' 09,05"		
OBS. $k = 5,8''$		ELEMENTOS DE CALAGEM		$b =$ $A_0 = 3599' 18''$ $Z_0 = 729' 38''$
$E_0 = 6m 05,5s$				
$m = 0,1609 s/h$				
OPERADOR: W J S				

Azimute pela σ Octantis
 LOCAL: Goiânia DATA: 24-08-78
 ϕ : -16 $^{\circ}$ 41' 32" CRONÔMETRO: Ulysse Nardin
 L: -3h 17m 17s TEODOLITO: T3
 INICIO DAS OBS. 17h 50m Siderais

		CÍRCULO HORIZONTAL	NIVEL	
			W	E
MIRA	PD	45 $^{\circ}$ 12' 45,5"	-	-
	PI	225 $^{\circ}$ 12' 45,4"	-	-
	média	45 $^{\circ}$ 12' 45,45"		

CRONOMETRAGEM		CÍRCULO HORIZONTAL		
18h 14m 26,75s	PD	218 $^{\circ}$ 11' 54,3"	37	13
18h 12m 49,50s	PI	38 $^{\circ}$ 11' 32,0"	13	37
18h 13m 38,12s	média	218 $^{\circ}$ 11' 43,15"		

OBS. $K = 5,8''$ ELEMENTOS DE CALAGEM $\left. \begin{array}{l} A_0 = 359^{\circ} 18' \\ Z_0 = 72^{\circ} 38' \end{array} \right\} b =$
 $E_0 = 6m 05,5s$
 $m = 0,1609 \text{ s/h}$

OPERADOR: W J S

Azimute pela σ Octantis
 LOCAL: Goiânia DATA: 24-08-78
 ϕ : -16 $^{\circ}$ 41' 32" CRONÔMETRO: Ulysse Nardin
 L: -3h 17m 17s TEODOLITO: T3
 INICIO DAS OBS. 17h 50m Siderais

		CÍRCULO HORIZONTAL	NIVEL	
			W	E
MIRA	PD	85 $^{\circ}$ 05' 42,4"	-	-
	PI	265 $^{\circ}$ 05' 41,8"	-	-
	média	85 $^{\circ}$ 05' 42,1"		

CRONOMETRAGEM		CÍRCULO HORIZONTAL		
18h 36m 51,20s	PD	258 $^{\circ}$ 09' 40,9"	37	13
18h 38m 42,00s	PI	78 $^{\circ}$ 10' 01,00"	13	37
18h 37m 46,60s	média	258 $^{\circ}$ 09' 55,95"		

OBS. $K = 5,8''$ ELEMENTOS DE CALAGEM $\left. \begin{array}{l} A_0 = 359^{\circ} 18' \\ Z_0 = 72^{\circ} 38' \end{array} \right\} b =$
 $E_0 = 6m 05,5s$
 $m = 0,1609 \text{ s/h}$

OPERADOR: W J S

Azimute pelo σ Ociantis

LOCAL: Goiânia DATA: 24-08-78

ϕ : -16 $^{\circ}$ 41' 32" CRONÔMETRO: Ulysse Nardin

L: -3h 17m 17s TEODOLITO: T3

INICIO DAS OBS: 17h 50m Siderais

		CÍRCULO HORIZONTAL	NÍVEL	
			W	E
MIRA	PD	11 $^{\circ}$ 08' 53,0"	-	-
	PI	191 $^{\circ}$ 08' 52,2"	-	-
	média	11 $^{\circ}$ 08' 52,6"		

CRONOMETRAGEM		CÍRCULO HORIZONTAL		
18h 00m 01,75s	PD	184 $^{\circ}$ 05' 02,7"	37	13
18h 58m 02,75s	PI	004 $^{\circ}$ 04' 42,2"	13	37
18h 59m 02,25s	média	184 $^{\circ}$ 04' 52,45"		

OBS: $K = 5,8''$ ELEMENTOS DE CALAGEM $\left. \begin{matrix} A_0 = 359^{\circ} 18' \\ Z_0 = 72^{\circ} 38' \end{matrix} \right\} b =$

$E_0 = 6m 05,5s$

$m = 0,1609 \text{ s/h}$

OPERADOR: W J S

Azimute pelo σ Ociantis

LOCAL: Goiânia DATA: 24-08-78

ϕ : -16 $^{\circ}$ 41' 32" CRONÔMETRO: Ulysse Nardin

L: -3h 17m 17s TEODOLITO: T3

INICIO DAS OBS: 17h 50m Siderais

		CÍRCULO HORIZONTAL	NÍVEL	
			W	E
MIRA	PD	33 $^{\circ}$ 30' 50,0"	-	-
	PI	213 $^{\circ}$ 30' 48,0"	-	-
	média	33 $^{\circ}$ 30' 49,00"		

CRONOMETRAGEM		CÍRCULO HORIZONTAL		
18h 09m 10,50s	PD	206 $^{\circ}$ 28' 53,7"	37	13
18h 11m 01,75s	PI	26 $^{\circ}$ 29' 11,8"	13	37
18h 10m 06,12s	média	206 $^{\circ}$ 29' 02,75"		

OBS: $K = 5,8''$ ELEMENTOS DE CALAGEM $\left. \begin{matrix} A_0 = 359^{\circ} 18' \\ Z_0 = 72^{\circ} 38' \end{matrix} \right\} b =$

$E_0 = 6m 05,5s$

$m = 0,1609 \text{ s/h}$

OPERADOR: W J S

Azimute pela σ Octantis				
LOCAL: Goiânia		DATA: 18-08-78		
ϕ : -16 $^{\circ}$ 41' 32"		CRONÔMETRO: Ulysse Nardin		
L: -3h 17m 17s		TEODOLITO: T3		
INICIO DAS OBS: 17h 40m Siderais				
		CÍRCULO HORIZONTAL	NIVEL	
			W	E
MIRA	PD	73 $^{\circ}$ 19' 34,7"	-	-
	PI	253 $^{\circ}$ 19' 34,9"	-	-
	média	73 $^{\circ}$ 19' 34,8"		
CRONOMETRAGEM		CÍRCULO HORIZONTAL		
18h 35m 03,75s	PD	246 $^{\circ}$ 22' 37,8"	37	13
18h 32m 11,50s	PI	66 $^{\circ}$ 22' 01,6"	13	37
18h 33m 37,62s	média	246 $^{\circ}$ 22' 19,7"		
OBS:	K = 5,8"	ELEMENTOS DE CALAGEM	$d =$ $A_0 = 359^{\circ} 20'$ $Z_0 = 72^{\circ} 40'$	
	$E_0 = 3m 41,23s$			
	$m = 0,1608 \text{ s/h}$			
OPERADOR: W J S				

Azimute pela σ Octantis				
LOCAL: Goiânia		DATA: 18-08-78		
ϕ : -16 $^{\circ}$ 41' 32"		CRONÔMETRO: Ulysse Nardin		
L: -3h 17m 17s		TEODOLITO: T3		
INICIO DAS OBS: 17h 40m Siderais				
		CÍRCULO HORIZONTAL	NIVEL	
			W	E
MIRA	PD	84 $^{\circ}$ 51' 26,3"	-	-
	PI	264 $^{\circ}$ 51' 26,0"	-	-
	média	84 $^{\circ}$ 51' 26,0"		
CRONOMETRAGEM		CÍRCULO HORIZONTAL		
18h 43m 41,00s	PD	257 $^{\circ}$ 56' 24,3"	37	13
18h 45m 41,25s	PI	77 $^{\circ}$ 56' 52,0"	13	37
18h 44m 41,12s	média	257 $^{\circ}$ 56' 38,15"		
OBS:	K = 5,8"	ELEMENTOS DE CALAGEM	$d =$ $A_0 = 359^{\circ} 20'$ $Z_0 = 72^{\circ} 40'$	
	$E_0 = 3m 41,23s$			
	$m = 0,1608 \text{ s/h}$			
OPERADOR: W J S				

Azimute pela σ Octantis

LOCAL: Goiânia DATA: 18-08-78

ϕ : -16 $^{\circ}$ 41' 32" CRONÔMETRO: Ulysse Nardin

L: -3h 17m 17s TEODOLITO: T3

INICIO DAS OBS. 17h 40m Siderais

		CÍRCULO HORIZONTAL	NIVEL	
			W	E
MIRA	PD	62 $^{\circ}$ 11' 36,8"	-	-
	PI	242 $^{\circ}$ 11' 36,7"	-	-
	média	62 $^{\circ}$ 11' 36,75"		

CRONOMETRAGEM		CÍRCULO HORIZONTAL		
18h 29m 17,00s	PD	235 $^{\circ}$ 13' 24,3"	37	13
18 31 09,00s	PI	55 $^{\circ}$ 13' 50,4"	13	37
18h 30: 13,00s	média	235 $^{\circ}$ 13' 37,35"		

OBS: $K = 5,8''$ ELEMENTOS DE CALAGEM $\left. \begin{array}{l} A_0 = 359^{\circ} 20' \\ Z_0 = 17^{\circ} 20' \end{array} \right\} \begin{array}{l} b = \\ \end{array}$

$E_0 = 3m 41,23s$

$m = 0,1608 \text{ s/h}$

OPERADOR: W J S

Azimute pela σ Octantis

LOCAL: Goiânia DATA: 18-08-78

ϕ : -16 $^{\circ}$ 41' 32" CRONÔMETRO: Ulysse Nardin

L: -3h 17m 17s TEODOLITO: T3

INICIO DAS OBS. 17h 40m Siderais

		CÍRCULO HORIZONTAL	NIVEL	
			W	E
MIRA	PD	50 $^{\circ}$ 11' 35,5"	-	-
	PI	230 $^{\circ}$ 11' 35,4"	-	-
	média	50 $^{\circ}$ 11' 35,45"		

CRONOMETRAGEM		CÍRCULO HORIZONTAL		
18h 21m 01,00s	PD	223 $^{\circ}$ 11' 35,3"	37	13
18 18 59,50s	PI	43 $^{\circ}$ 11' 10,0"	13	37
18h 20m 00,25s	média	223 $^{\circ}$ 11' 22,65"		

OBS: $K = 5,8''$ ELEMENTOS DE CALAGEM $\left. \begin{array}{l} A_0 = 359^{\circ} 20' \\ Z_0 = 17^{\circ} 20' \end{array} \right\} \begin{array}{l} b = \\ \end{array}$

$E_0 = 3m 41,23s$

$m = 0,1608 \text{ s/h}$

OPERADOR: W J S

Azimute pelo σ Octantis				
LOCAL: Goiânia		DATA: 18-08-78		
ϕ : -16 $^{\circ}$ 41' 32"		CRONÔMETRO: Ulisse Nardin		
L: -3h 17m 17s		TEODOLITO: T3		
INICIO DAS OBS: 17h 40m Siderais				
		CÍRCULO HORIZONTAL	NIVEL	
			W	E
MIRA	PD	25 $^{\circ}$ 13' 33,4"	-	-
	PI	205 $^{\circ}$ 13' 33,2"	-	-
	média	25 $^{\circ}$ 13' 33,3"		
CRONOMETRAGEM		CÍRCULO HORIZONTAL		
18h08m06,75s	PD	198 $^{\circ}$ 10' 50,1"	37	13
18h05m49,75s	PI	18 $^{\circ}$ 10' 27,7"	13	37
18h 06m58,75s	média	198 $^{\circ}$ 10' 38,90		
OBS:	$k = 5,8''$	ELEMENTOS DE CALAGEM	$b =$ $A_0 = 359^{\circ} 20'$ $Z_0 = 17^{\circ} 20'$	
	$E_0 = 3m 41,23s$			
	$m = 0,1608 \text{ s/h}$			
OPERADOR: W J S				

Azimute pelo σ Octantis				
LOCAL: Goiânia		DATA: 18-08-78		
ϕ : -16 $^{\circ}$ 41' 32"		CRONÔMETRO: Ulysse Nardin		
L: -3h 17m 17s		TEODOLITO: T3		
INICIO DAS OBS: 17h 40m Siderais				
18 ^h 15 ^m 23,25 ^s		CÍRCULO HORIZONTAL	NIVEL	
			W	E
MIRA	PD	37 $^{\circ}$ 13' 42,3"	-	-
	PI	217 $^{\circ}$ 13' 42,2"	-	-
	média	37 $^{\circ}$ 13' 42,25"		
CRONOMETRAGEM		CÍRCULO HORIZONTAL		
18h 15m 23,25s	PD	210 $^{\circ}$ 12' 29,2"	37	13
18 17 32,50	PI	30 $^{\circ}$ 12' 59,5"	13	37
18h 16m 27,87s	média	210 $^{\circ}$ 12' 44,35"		
OBS:	$k = 5,8''$	ELEMENTOS DE CALAGEM	$b =$ $A_0 = 359^{\circ} 20'$ $Z_0 = 17^{\circ} 20'$	
	$E_0 = 3m 41,23s$			
	$m = 0,1608 \text{ s/h}$			
OPERADOR: W J S				

Azimute pela σ Octantis				
LOCAL: Goiânia		DATA: 18-08-78		
ϕ : -16° 41' 32"		CRONÔMETRO: U. Nardin		
L: -3h 17m 17s		TEODOLITO: T 3		
INICIO DAS OBS. 17h 40m Siderais				
		CÍRCULO HORIZONTAL	NIVEL	
			W	E
MIRA	PD	000° 00' 19,00"	-	-
	PI	180° 00' 19,00"	-	-
	média	000° 00' 19,00"		
CRONOMETRAGEM		CÍRCULO HORIZONTAL		
17h 50m 19,0s	PD	172° 54' 06,0"	37	13
17h 53m 20,5s	PI	352° 54' 43,6"	13	37
17h 51m 49,75s	média	172° 54' 24,8"		
OBS:		ELEMENTOS DE		$b =$
K = 5,8"		E ₀ = 3m 41,23s para CALAGEM		$\left\{ \begin{array}{l} A_0 = 359920' \\ Z_0 = 17920' \end{array} \right.$
m = 0,1608s/h		15-08-78 às 11h45m Siderais		
OPERADOR: W J S				

Azimute pela σ Octantis				
LOCAL: Goiânia		DATA: 18-08-78		
ϕ : -16° 41' 32"		CRONÔMETRO: U. Nardin		
L: -3h 17m 17s		TEODOLITO: T3		
INICIO DAS OBS. 17h 40m Siderais				
		CÍRCULO HORIZONTAL	NIVEL	
			W	E
MIRA	PD	012° 12' 05,0"	-	-
	PI	192° 12' 04,9"	-	-
	média	12° 12' 04,95"		
CRONOMETRAGEM		CÍRCULO HORIZONTAL		
18h 01m 51,75s	PD	185° 08' 08,1"	37	13
18h 04m 53,50s	PI	005° 08' 47,6"	13	37
18h 03m 22,62s	média	185° 08' 27,85"		
OBS:		ELEMENTOS DE		$b =$
K = 5,8"		E ₀ = 3m 41,23s		$\left\{ \begin{array}{l} A_0 = 359920' \\ Z_0 = 17920' \end{array} \right.$
m = 0,1608 s/h		CALAGEM		
O valor de E ₀ foi determinado no dia 15-08-78 às 11h 45m Siderais				
OPERADOR: W J S				

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (01) - ANUÁRIO ASTRONÔMICO (Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo).
- (02) - ANUÁRIO DO OBSERVATÓRIO NACIONAL, Rio de Janeiro.
- (03) - BOLLINA, J.A.T., Astronomia de Campo. Curitiba, Divisão de Geografia Secção de Levantamentos, 1964, 150p.
- (04) - BRITO, Eugênio, Notas de Astronomia. Porto Alegre, Editora Coruja, 1950, 254p.
- (05) - _____, Astronomia de Campo. In: Manual do Engenheiro. 3. ed. Porto Alegre, Editora Globo, 1967. 4º volume tomo 2º, p. 43-145.
- (06) - CALAZANS, Joel, Astronomia Expedita. Escola Técnica do Exército, 1953, 213p.
- (07) - CHAGAS, Coronel Carlos Braga, Manual de Astronomia. Determinações de Primeira Ordem, Rio de Janeiro, Diretoria do Serviço Geográfico, 1957, 174p.
- (08) - _____, Manual Técnico. Rio de Janeiro, Diretoria do Serviço Geográfico, 1960, 191p.
- (09) - COELHO, Djalma Poli, Elongações Máximas. Rio de Janeiro 1940.
- (10) - CRULS, Luiz, Atlas Celeste do Brasil. Rio de Janeiro, Livraria Kosmos Editora, 45p.
- (11) - Precise Astronomic Surveys. Herd Quarters, Department of the Army TM-5-442, 1970.
- (12) - GEMAEL, Camil, Astronomia de Campo. Curitiba, Diretório Acadêmico de Engenharia do Paraná, 1957, 388p.
- (13) - _____, Geodésia: Formulário e Tabelas, Curitiba, Diretório Acadêmico de Engenharia do Paraná, 1975.
- (14) - _____, Astronomia de Campo. Curitiba, Diretório Acadêmico do Setor de Tecnologia, 1976.
- (15) - GOUGENHEIM, A., Cours D'astronomie. Paris, Service Central Hydrographique, 1956 a 1957.
- (16) - GUEDES, J. Leite, Determinação do Meridiano pela Distância Zenital Absoluta do Sol. São Paulo, Departamento de Topografia da Escola Politécnica da USP, 1955.
- (17) - MACHADO, Agenor, Determinação do Azimute nas Latitudes Meridionais. São Paulo, Escolas Profissionais Salesianas, 1934, 47p.

- (18) - MATTOS, A.H., Astronomia de Campo. Rio de Janeiro. F. Brigiet & CIA, 183p.
- (19) - ————., Determinação do Azimute pela Observação de σ Octantis. Rio de Janeiro, 1940, 31p.
- (20) - MUELLER, Ivan I., Spherical and Practical Astronomy. New York, F. Ungar, 1968, 616p.
- (21) - PLAYFAYR, J.A.T., The Text of Field Astronomy. London, Her Majesty's Stationery Office, 1958.
- (22) - ROELOFS, R., Astronomy Applied to Land Surveying. Amsterdam, N. V. Wed J. Ahreend & Zoon, 1950.
- (23) - TOURINHO, P.A.M., Tratado de Astronomia. Curitiba, Gráfica Mundial Limitada, 1960.