

MILTON DE AZEVEDO CAMPOS

**Análise e Comparação dos Resultados de Observações
Obtidas com Teodolitos Wild T2 e T4 para Determinação
da Latitude Astronômica 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
1979

ANÁLISE E COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DE OBSERVAÇÕES
OBTIDAS COM TEODOLITOS T2 E T4 PARA DETERMINAÇÃO
DA LATITUDE ASTRONÔMICA DE SEGUNDA ORDEM.

DISSERTAÇÃO

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


por

MILTON DE AZEVEDO CAMPOS, Físico (Licenciatura Plena)

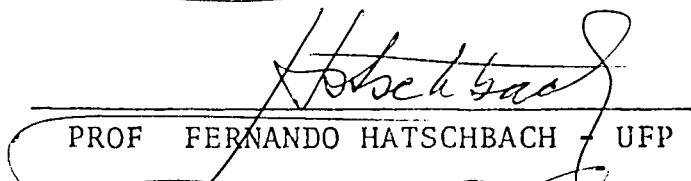
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

1979

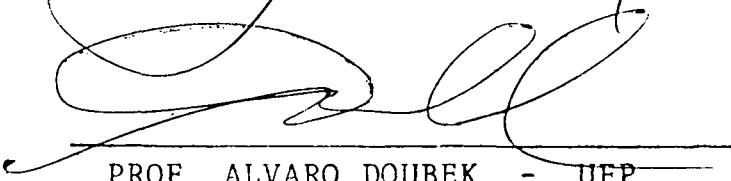
BANCA EXAMINADORA:



PROF DR CAMIL GEMAEI - UFP



PROF FERNANDO HATSCHBACH - UFP



PROF ALVARO DOUBEK - UFP

EPÍTOME

Esta dissertação trata da comparação e análise dos resultados obtidos em determinações, a nível de segunda ordem, realizadas com equipamentos específicos para observações de 2ª ordem (teodolito com leitura direta de 1") e específicos para observações de 1ª ordem (teodolito com leitura direta de 0,1"), procurando verificar se há ou não conveniência em se utilizar equipamento mais sofisticado do que o necessário, quando se dispõe de toda a gama de teodolitos, em determinações com precisão adrede estabelecida.

O autor pretendia, a princípio, realizar observações para a determinação do meridiano astronômico (pelo método de Estrelas Próximas ou em Elongação), da hora local (pelo método de Zinger) e da latitude astronômica (pelo método de Horrebow-Talcott simplificado, conhecido no Brasil por método de Sterneck), porém, devido às condições atmosféricas adversas em Curitiba (dez noites úteis em cento e um dias), restringiu as observações somente para a determinação da latitude astronômica.

A B S T R A C T

This essay deals with the comparison and analysis of results obtained in second order accuracy determinations, accomplished with equipment specifically for second order observations (theodolites with 1" direct-reading) and specifically for first order observations (theodolites with 0,1" direct-reading) in an attempt to verify if it is warranted to use more sophisticated equipment than necessary when one has at his disposal a complete range of theodolites in pre-determined settings.

The author initially had in mind to carry out observations for the determination of the astronomic meridian (by the Stars near or at elongations method), of the civil time (by Zinger method), and of the astronomic latitude (by the simplified Horrebow-Talcott method, known in Brazil as the Sterneck method). However, due to the adverse atmospheric conditions in Curitiba (10 useful nights in one hundred and one days), he has restricted his observations only to the determination of the astronomic latitude.

Agradecimentos

Aos Professores Fernando Hatschbach, Camil Gemael, Álvaro Doubek e José Bittencourt de Andrade, pelo apoio e orientação dados durante o desenvolvimento deste trabalho;

Aos colegas Everaldo Carmo da Silva, Wanderlin José dos Santos e Antonio Ferraz, pela valiosa colaboração emprestada na execução dos trabalhos práticos;

Aos Major Raul Mainardi e Ten Newton Ricardo e Silva, pela colaboração na construção de um bloco de concreto;

Ao Sr. Nei Baeta de Faria, pela valiosa cooperação;

À mana Maria José, pela ajuda emprestada;

À minha esposa Nelsy, minha filha Eng. Civil Marla e Eng. Civil Paulo Roberto Cury Salomão, que, por muitas noites, deixaram seus momentos de lazer para me auxiliarem nas observações astronômicas citadas nesta dissertação;

Aos acima mencionados, e àqueles que, de qualquer forma, me auxiliaram na execução deste trabalho, os meus mais sinceros agradecimentos.

ã Nelsy, Carla e Marla
dedico este trabalho.

SUMÁRIO

	Página
Lista de ilustrações	ix
Lista de abreviaturas e símbolos	xi
INTRODUÇÃO	
CAPÍTULO I	
LOCALIZAÇÃO DA ESTAÇÃO E INSTALAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS	
1.1 Localização da estação	3
1.2 Equipamentos e sua instalação	3 a 23
CAPÍTULO II	
REQUISITOS PRELIMINARES	
2.1 Miras de referência de azimute	24 a 28
2.2 Posição das estrelas	29
2.3 Correções físicas e instrumentais	31 a 33
CAPÍTULO III	
DETERMINAÇÕES EXPEDITAS PRELIMINARES	
3.1 Determinação expedita da longitude	34
3.2 Determinação expedita da latitude	36
3.3 Determinação expedita do azimute	37
CAPÍTULO IV	
DETERMINAÇÃO DO AZIMUTE POR ESTRELAS EM ELONGAÇÃO	
4.1 Considerações iniciais	38
4.2 Definições	39
4.3 Considerações teóricas	39 a 43
4.4 Seleção das estrelas	43

	Página
4.5 Observações	45
4.6 Cálculo do azimute da mira	45 a 46
CAPÍTULO V	
DETERMINAÇÃO DA LATITUDE	
5.1 Considerações iniciais	47
5.2 Definições	47
5.3 Considerações teóricas - método de Sterneck	47
5.4 Seleção das estrelas	56
5.5 Observações com os teodolitos	59
5.6 Reduções	60
5.7 Resultados	61
CONCLUSÃO	
6.1 Considerações	62
6.2 Quadro resumo das determinações realizadas	64
6.3 Resumo dos resultados obtidos com o teodolito T2 ..	65
6.4 Resumo dos resultados obtidos com o teodolito T4 ..	66
APÊNDICES	
I Determinação da sensibilidade do nível do círculo vertical do T4	67
II Determinação da latitude pela passagem meridiana do Sol	71
III Determinação do meridiano por distâncias zenitais do Sol	73
IV Determinação do azimute por estrelas em elongação .	76
V Determinação da latitude pelo método de Sterneck ..	90
Referências bibliográficas	125

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura	Página
1 Localização da estação de observação	4
2 Detalhes do pilar	6
3 Esquema de conexão do equipamento de registro de tempo	10
4 Ligação do transformador para o T4	15
5 Detalhes da localização e pontaria das miras 1, 2 e 3	26
6 Cópia reduzida de parte da Carta de Curitiba	35
7 Triângulo de posição	40
8 Método de Sterneck - representação gráfica	49
9 Triângulo de posição	51
Fotos	Página
1 Vista da estação de observação	5
2 Vista da estação de observação	5
3 Equipamentos instalados	11
4 Instalação da antena	11
5 Instalação do termômetro	13
6 Instalação da fonte de 4,5V	13
7 Transformador 110/15V	16
8 Bloco de concreto	16
9 Fixação do bloco no pilar	18
10 Fixação do bloco no pilar	18

Fotos	Página
11 Centragem do T4	20
12 Centragem do T4	20
13 Selagem das sapatas do T4	21
14 T4 instalado	21
15 MIRA 1 - pára-raio sobre o prédio do C.P.G.C.G	25
16 Chave de comando da iluminação da mira 1	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

A	.....	Azimute.
Aa	.....	Azimute do astro.
Am	.....	Azimute da mira.
AR	.....	Ascensão reta.
APFS	.....	Apparent Places of Fundamental Stars.
Aprox	.....	Aproximação.
Ast	.....	Astronômico.
°C	.....	Graus Celsius.
C_B	.....	Correção para pressão.
CH	.....	Leitura do círculo horizontal.
C_T	.....	Correção para temperatura.
CV	.....	Leitura do círculo vertical.
CA	.....	Corrente alternada.
CC	.....	Corrente contínua.
C.P.G.C.G	.....	Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas.
D	.....	Leitura direta.
DH	.....	Leitura do círculo horizontal na posição direta
DV	.....	Leitura do círculo vertical na posição inversa.

Decl	Declinação.
Dist	Distância.
E	Este.
EOEIG	Escola de Oficiais Especialistas e de Infantaria de Guarda.
EQ	Equipamento.
Elong	Elongação.
F	Fuso horário.
H	ângulo horário.
h	Altura.
HL	Hora legal.
IH	Leitura de círculo horizontal na posição inversa.
IV	Leitura do círculo vertical na posição inversa.
L	Longitude.
La	Leitura do astro.
Ld	Lado.
Lm	Leitura da mira.
Lat	Latitude.
Leit	Leitura.
Long	Longitude.
M	Hora média.
Mag	Magnitude.
Merid	Meridiano.
Obs	Observação.
p	paralaxe.
PD	Posição direta.
PI	Posição inversa.
PR	Paraná.

Pass	.....	Passagem.
Pos	.....	Posição.
R	.....	Refração.
Rm	.....	Refração média.
S	.....	Hora sideral.
sd	.....	Semi-diâmetro.
So	.....	Hora sideral a 0 ^h TU.
TU	.....	Tempo Universal.
T2	.....	Teodolito universal WILD T2.
T4	.....	Teodolito universal WILD T4.
UFP	.....	Universidade Federal do Paraná.
V	.....	Volt.
W	.....	Oeste.
z _o	.....	Zênite instrumental.
Z	.....	Distância zenital.
δ	.....	Declinação.
λ	.....	Longitude astronômica.
φ	.....	Latitude astronômica.

INTRODUÇÃO

Mesmo com o uso cada vez mais frequente de equipamentos eletrônicos de rastreamento de satélite - sistema doppler para a determinação de coordenadas na superfície da Terra, as determinações astronômicas ainda se revestem de grande importância, tanto as de primeira ordem, como as de segunda ordem.

As posições astronômicas de segunda ordem são "bastante utilizadas nos trabalhos para determinação da altura do geóide e em outros problemas relacionados com a determinação da forma da Terra" THORSON¹⁵ e excepcionalmente na locação de pontos de apoio para elaboração de mapas.

Neste trabalho, comparamos os resultados obtidos na determinação da latitude astronômica, com método próprio para segunda ordem, porém, empregando equipamentos específicos para segunda ordem e específicos para primeira ordem. Analisamos os resultados com vistas a verificar as vantagens ou desvantagens do emprego de aparelho mais sofisticado do que o necessário, quando se possui equipamentos de todas as gamas de precisão.

No capítulo 1, abordamos a posição geográfica da estação de observação e os problemas relacionados com a instalação dos equipamentos.

No capítulo 2, tratamos do problema de estabelecer os marcos referenciais de azimute, a redução das efemérides à época de observação e as correções físicas e instrumentais.

Por ser nosso trabalho pioneiro na estação de observação, abordamos, no capítulo 3, as determinações expeditas da latitude, longitude e azimute.

No capítulo 4, abordamos a determinação do meridiano, para posicionamento do teodolito nas observações para determinação da latitude.

No capítulo 5, descrevemos o método utilizado na determinação da latitude e fazemos considerações sobre o trabalho realizado, comparando e analisando os resultados.

Na conclusão, externamos nossas deduções de maneira prática e objetiva, calcadas nos resultados obtidos, procurando atender à nossa realidade.

CAPÍTULO I

LOCALIZAÇÃO DA ESTAÇÃO DE OBSERVAÇÃO E INSTALAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

1.1 LOCALIZAÇÃO DA ESTAÇÃO DE OBSERVAÇÃO

Como ponto de observação foi escolhida a estação construída pelo Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas (C.P.G.C.G), localizada no Campus do Centro Politécnico (CP), da Universidade Federal do Paraná (UFP), em Curitiba, Paraná.

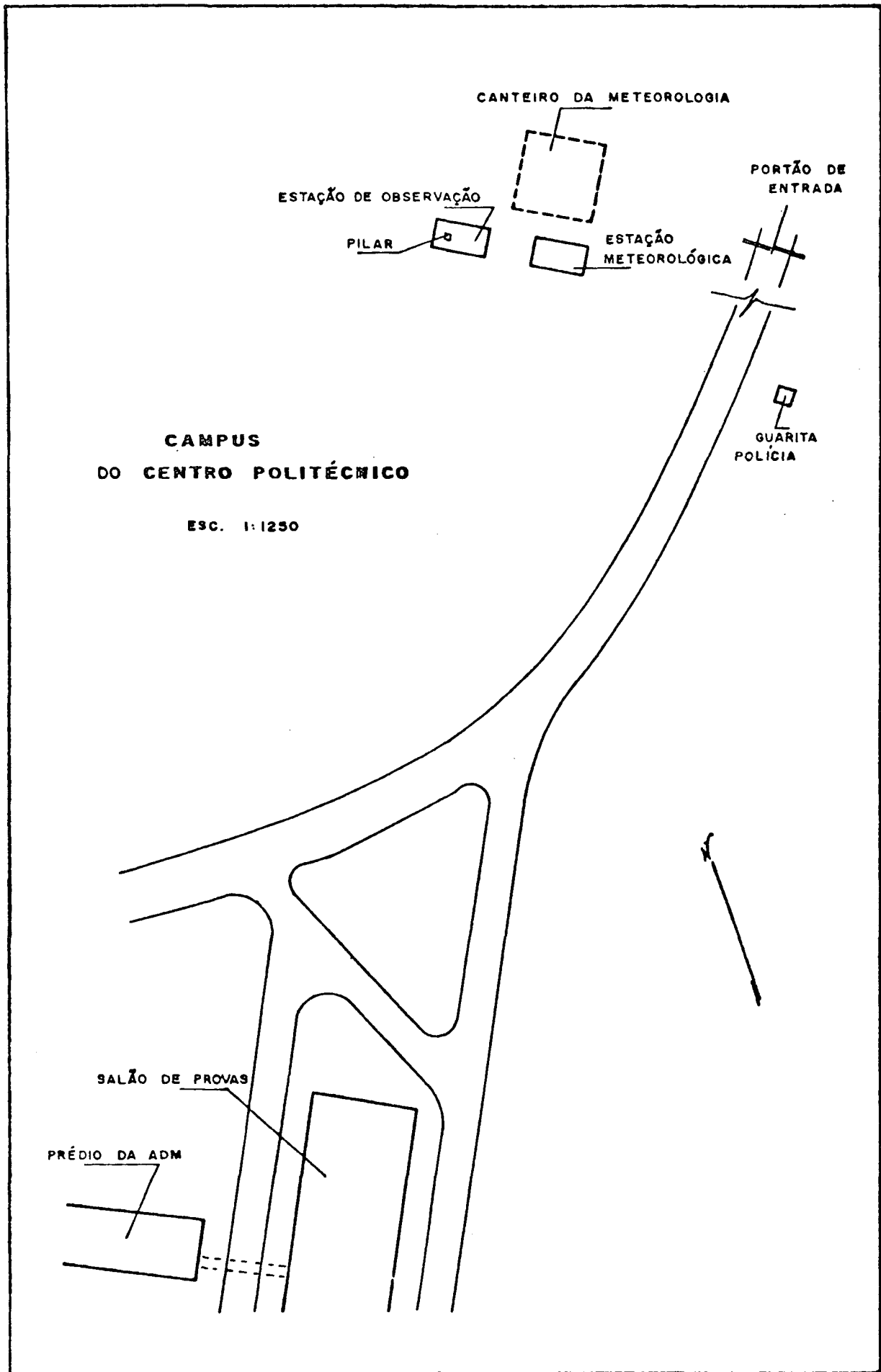
A figura 1 mostra a planta de localização da estação e as fotos 1 e 2 apresentam uma vista exterior do prédio.

Nessa estação existe um pilar, mostrado na figura 2, o qual consiste de um prisma regular de concreto, de 35 X 35 cm de seção reta e 182 cm de altura.

Na parte superior do pilar, cravamos um marco de latão, de 6,5 cm de diâmetro, fixando o ponto de observação e contendo a inscrição: VÉRTICE ASTRONÔMICO nº 1 - C.P.G.C.G. - UFP - Set 78, conforme se vê na figura 2.

1.2 EQUIPAMENTOS E SUA INSTALAÇÃO

Como era nossa intenção, no início dos trabalhos, de realizar, além da determinação da latitude astronômica, a determinação da hora pelo método de Zinger e a determinação do azimute por Circum-elongação, instalamos os seguintes equipamentos e instrumentos na esta-



LOCALIZAÇÃO DO PILAR DA ESTAÇÃO DE OBSERVAÇÃO - Fig 1

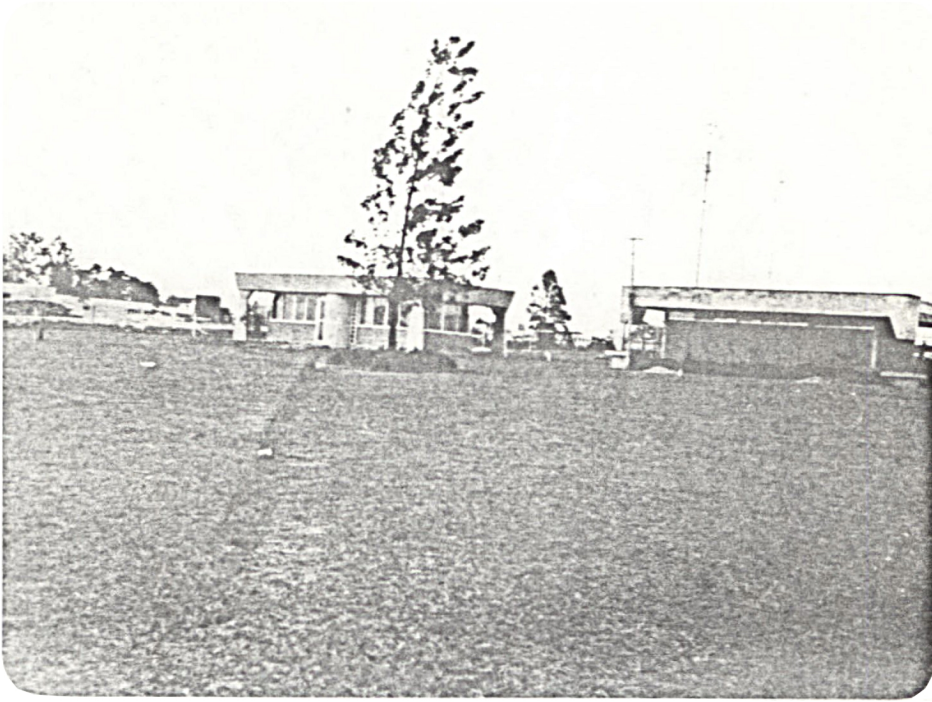
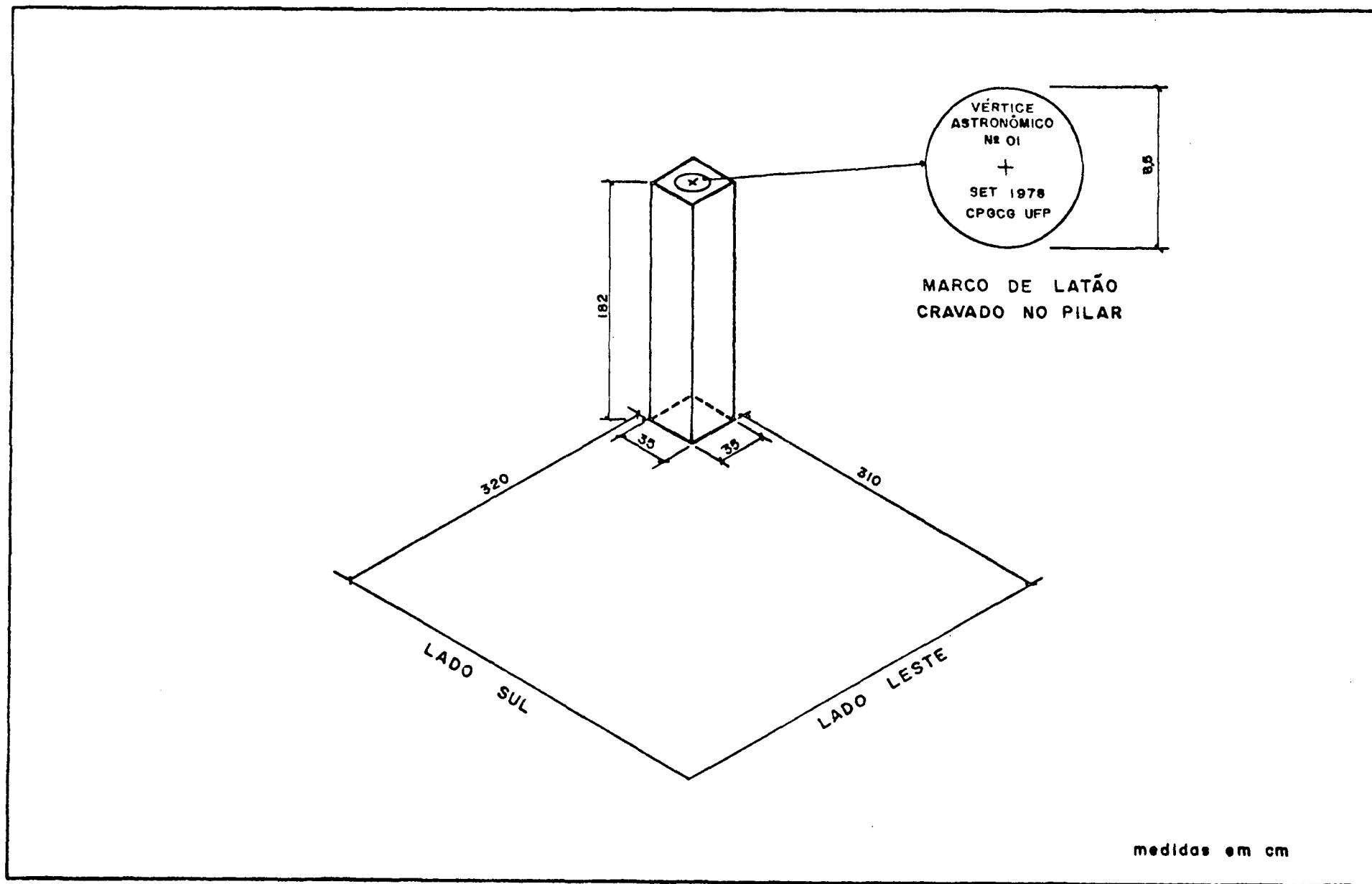


Foto 1 - Estação de observação a esquerda



Foto 2 - Estação de observação



DETALHES DO PILAR

Fig 2

ção de observação:

- cronógrafo OMEGA
- filtro FAVAG
- receptor Hammarlund (emprestado da EOEIG)
- teodolito Wild T2 N° 101327
- teodolito Wild T2 N° 225566
- teodolito Wild T4 N° 138349
- termômetro de mercúrio (T4)
- barômetro aneróide (T4)
- transformador de força 110/15V.

1.2.1 Características dos equipamentos.

1.2.1.1 Cronógrafo OMEGA TIME RECORDER 2.

Cronógrafo eletrônico controlado a cristal de quartzo.
Fonte de força 12V CC

1.2.1.2 Filtro FAVAG.

Seleciona o sinal de modulação da estação emissora de sinal horário recebido no receptor e o fornece ao cronógrafo para sincronismo.

Fonte de força 12V CC.

1.2.1.3 Receptor Hammarlund.

Recebe ondas longas, médias e curtas, cobrindo todas as faixas de emissão das emissoras de sinal horário.

1.2.1.4 Teodolito WILD T2 101327.

Sensibilidade do nível horizontal 20" /2mm.

Sensibilidade do nível vertical 30" /2mm.

Aumento 28 vezes.

Imagem invertida.

1.2.1.5 Teodolito WILD T2 N° 225566.

Com índice vertical automático.

Sensibilidade do nível horizontal 20" /2mm.

Aumento 30 vezes.

Imagem real direta.

1.2.1.6 Teodolito WILD T4 N° 138349.

Sensibilidade do nível suspenso de 1" /2mm.

Sensibilidade dos níveis gêmeos de Horrebow de 1" a 2" /2mm.

Sensibilidade do nível de coincidência do círculo vertical 1,39" /2mm.

Aumento 60 ou 80 vezes.

Imagem invertida.

1.2.2 Cronógrafo Omega, Filtro Favag e receptor Hammarlund.

Para o controle e registro de tempo foram instalados o

cronógrafo, o filtro e o receptor obedecendo ao esquema mostrado na figura 3. Para a alimentação elétrica do cronógrafo e do filtro, utilizamos a bateria de 12V de automóvel.

O receptor Hammarlund era alimentado pela rede de energia elétrica local de 110V. Verificou-se que, em instalações futuras será necessária a instalação de regulador de tensão, pois a flutuação da tensão é superior a 10%.

Para favorecer a recepção dos sinais horários, instalamos uma antena na área externa da estação.

Ilustrações dos equipamentos e da antena são mostradas nas fotos 3 e 4.

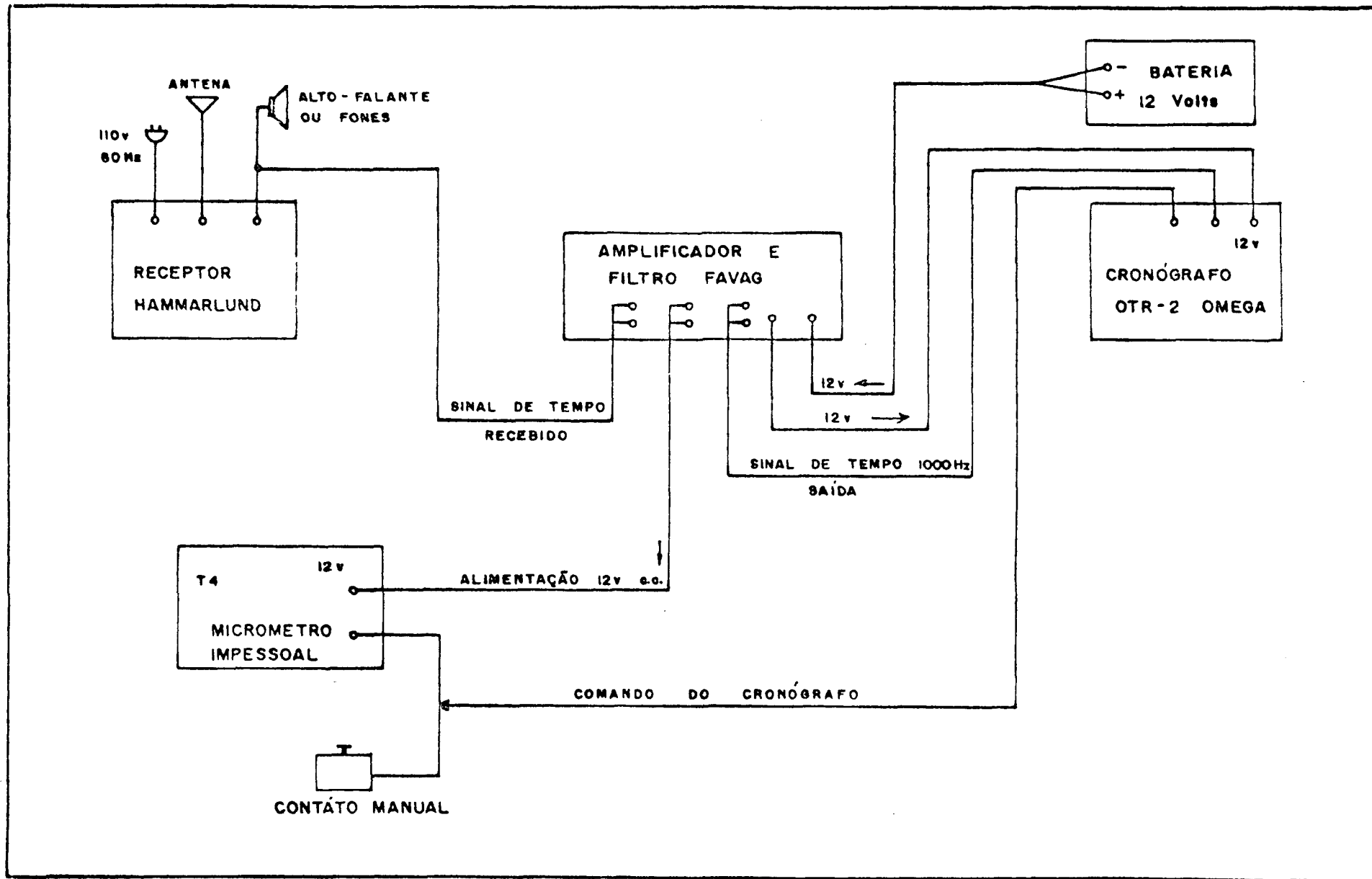
Como nos limitamos à determinação da latitude pelo método de Sterneck, estes três equipamentos não foram utilizados.

1.2.3 Termômetro e barômetro.

O termômetro de mercúrio e o barômetro aneróide utilizados para controle das condições atmosféricas durante as observações, fazem parte do equipamento acessório do teodolito Wild T4.

Para verificação e aferição, esses dois instrumentos foram levados ao Serviço de Proteção ao Vôo do Aeroporto Afonso Pena, em São José dos Pinhais, cujos instrumentos são aferidos semestralmente.

Após comparação por algumas horas, foi constatado que



CONEXÃO DO EQUIPAMENTO DE REGISTRO DE TEMPO

Fig 3

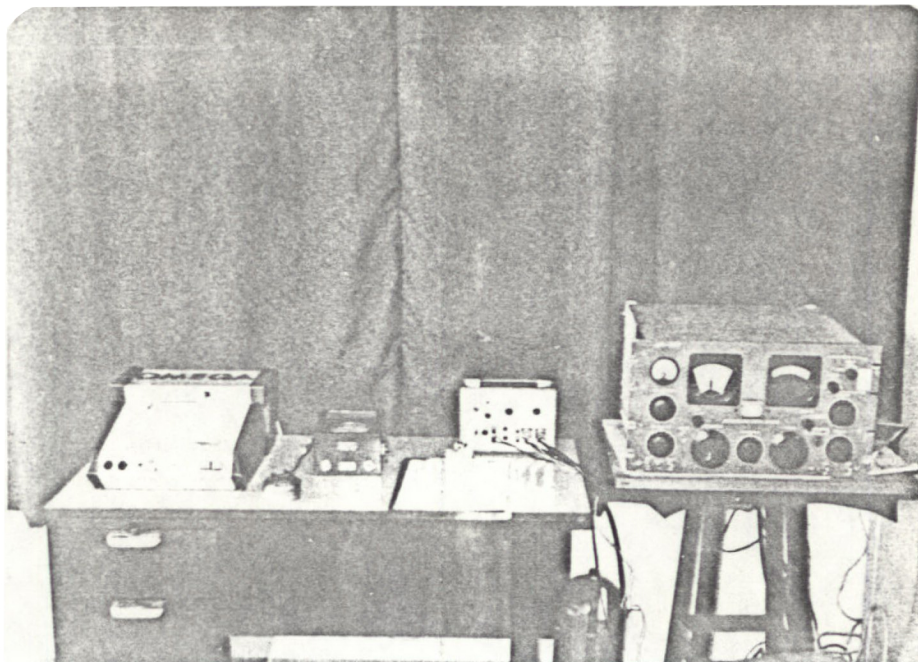


Foto 3 - Cronógrafo OMEGA, filtro FAVAG
e receptor HAMMARLUND



Foto 4 - Instalação da antena

o termômetro apresentava leituras corretas e que o barômetro apresentava + 2,9 mbar de discrepância na leitura, tendo, então, sido feita a devida correção.

A utilização do barômetro na estação não apresentou problemas. Três a quatro horas antes do início dos trabalhos retirávamos a tampa do barômetro, permitindo que na hora do início dos trabalhos ele já estivesse em operação normal.

Na utilização do termômetro surgiu o seguinte problema: a temperatura lida no interior da estação apresentava de 1 a 2 °C acima da temperatura lida externamente à estação, medidas num mesmo nível. Após consultas e várias medições nos diversos pontos do local de observação, concluiu-se que o termômetro deveria ficar o mais próximo possível do local de passagem do raio luminoso vindo do astro.

Instalamos, então, o termômetro junto à abertura existente no teto da estação, conforme mostra a foto nº 5. As leituras do termômetro foram em graus Celsius e as leituras do barômetro em milibar. Após o término das observações, o termômetro e o barômetro foram novamente aferidos com os do Serviço de Proteção ao Vôo, apresentando leituras normais.

1.2.4 Fontes de energia elétrica para os teodolitos.

Os teodolitos T2 necessitam de fonte de energia elétrica de 4,5V, para os trabalhos noturnos. Instalamos o conjunto acessório do T2 para três pilhas de 1,5V,

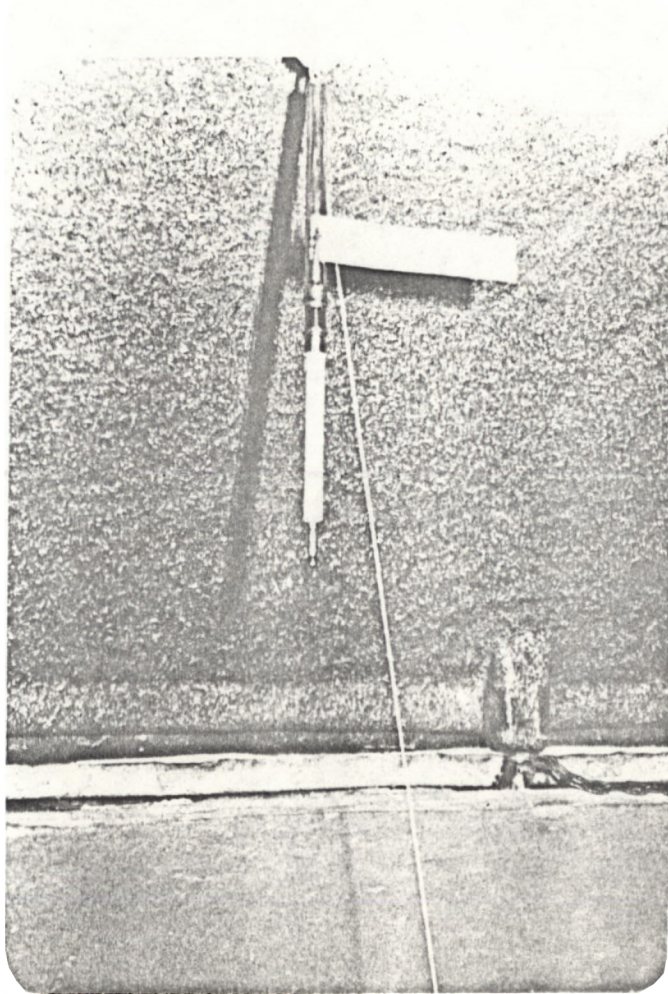


Foto 5 - Termômetro de mercúrio
instalado junto ao teto

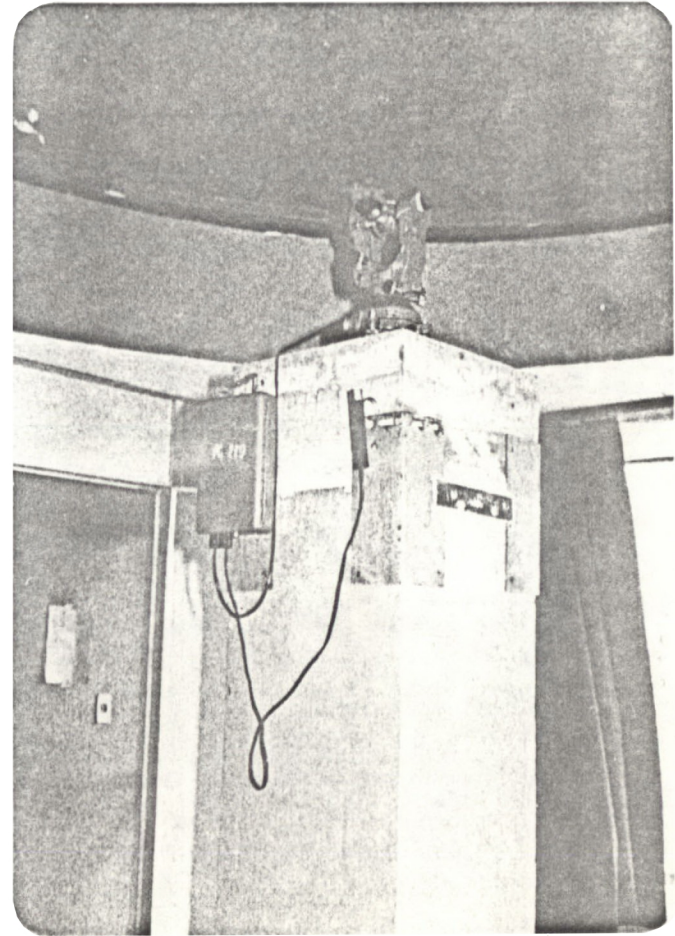


Foto 6 - Fixação da fonte de
4,5V para o teodolito T2

conforme se vê na foto nº 6.

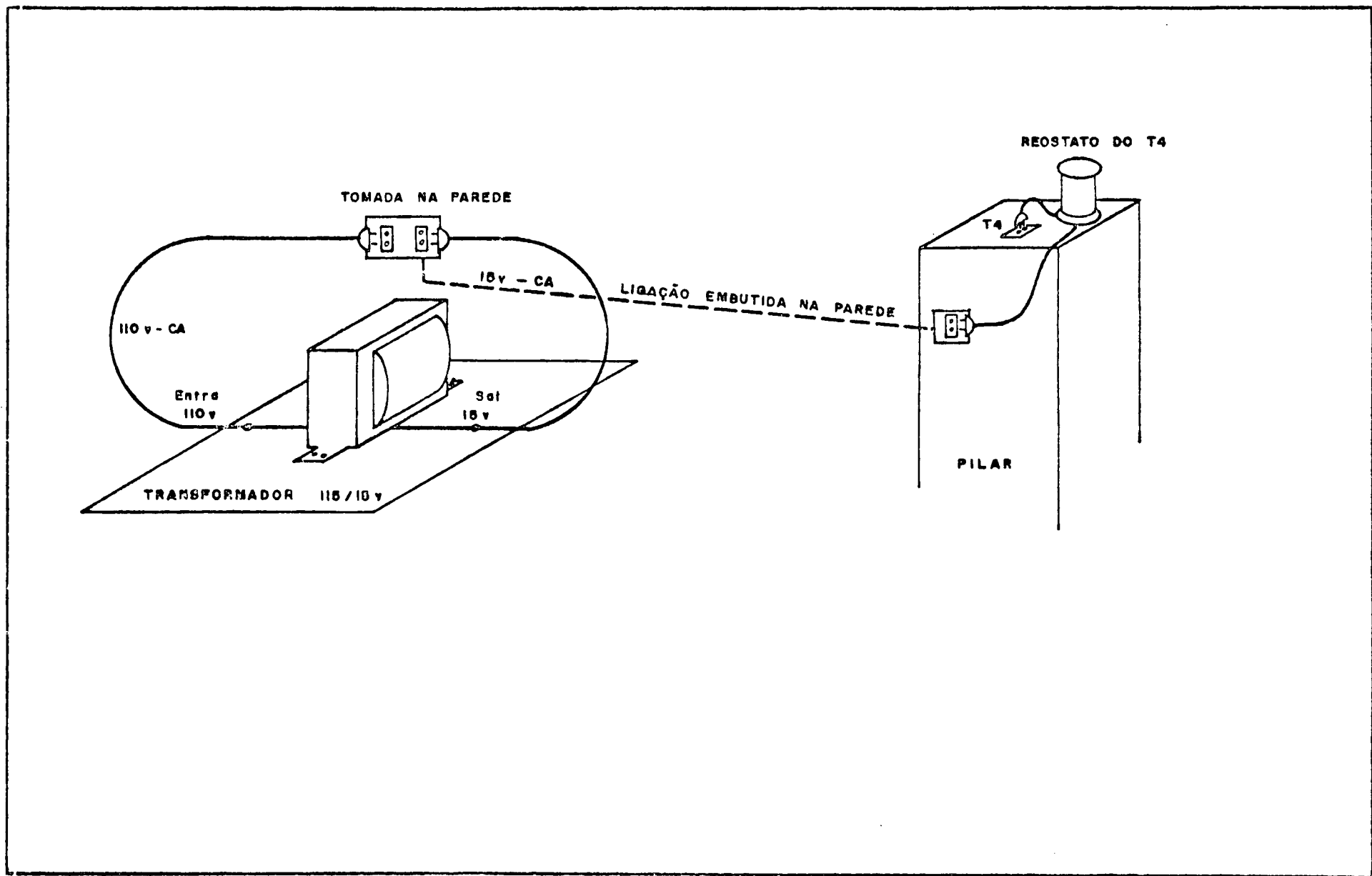
O teodolito T4 necessita de fonte de 12V para sua operação normal, pois o fabricante aconselha o uso de fonte artificial de iluminação em todos os horários (WILD¹⁷). Como não foi possível conseguir uma fonte de 12V, corrente contínua, instalamos um transformador (Foto nº 7) de 110V/15 Volts, 2A em corrente alternada, o que satisfaz plenamente quando não se usa o micrômetro impessoal e o cronógrafo. A ligação é simples e doravante pode ser normalmente utilizada e a ligação é apresentada na figura 4 e ilustrada pela foto nº 7.

1.2.5 Instalação dos teodolitos T2.

O pilar foi construído baseado nas dimensões do teodolito Wild T4.

O teodolito T2 tem seu eixo horizontal posicionado cerca de 21 cm abaixo do eixo correspondente no T4, contados de uma mesma plataforma. Em razão dessa diferença, estrelas com distâncias zenitais superiores a 30° não podem ser observadas, devido ao formato do teto.

Para sanar este problema, e também, para que as observações com o T2 e o T4 tivessem iguais condições de po



LIGAÇÃO DA FONTE DE 15 V AO T4

Fig 4

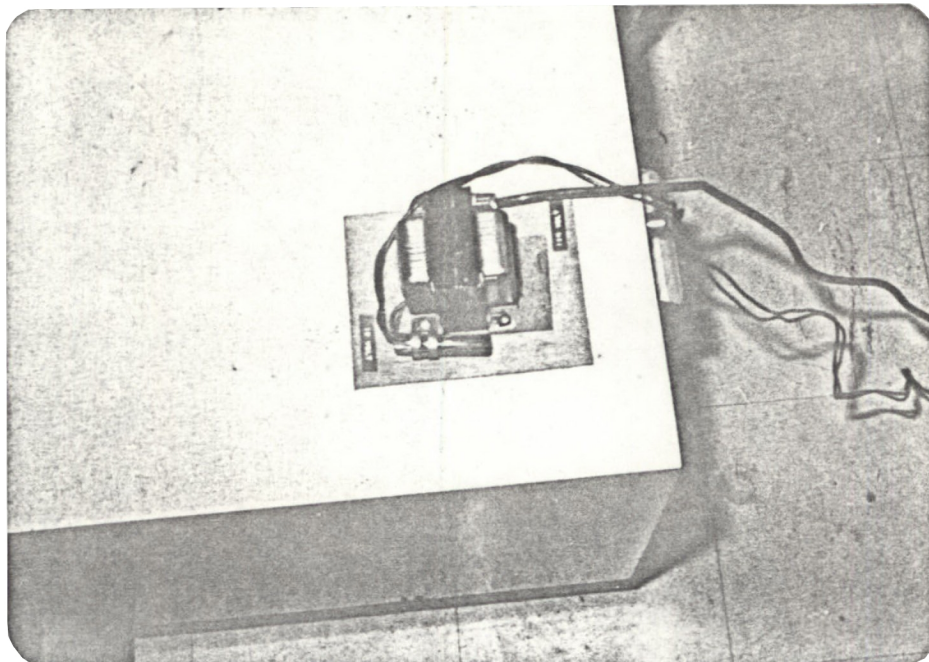


Foto 7 - Transformador de força para o T4

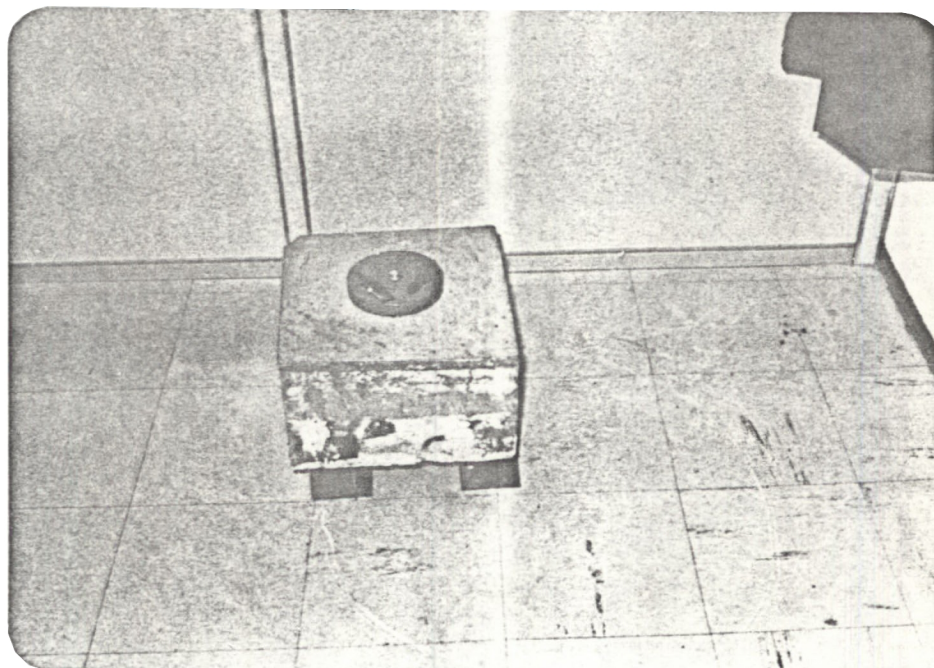


Foto 8 - Bloco de concreto para extensão do pilar

sicionamento, construiu-se um bloco de concreto, (Foto nº 8), de 35 X 35 X 21 cm, com um furo central de 9 cm, para permitir a visualização do marco cravado no pilar, para a centragem do teodolito.

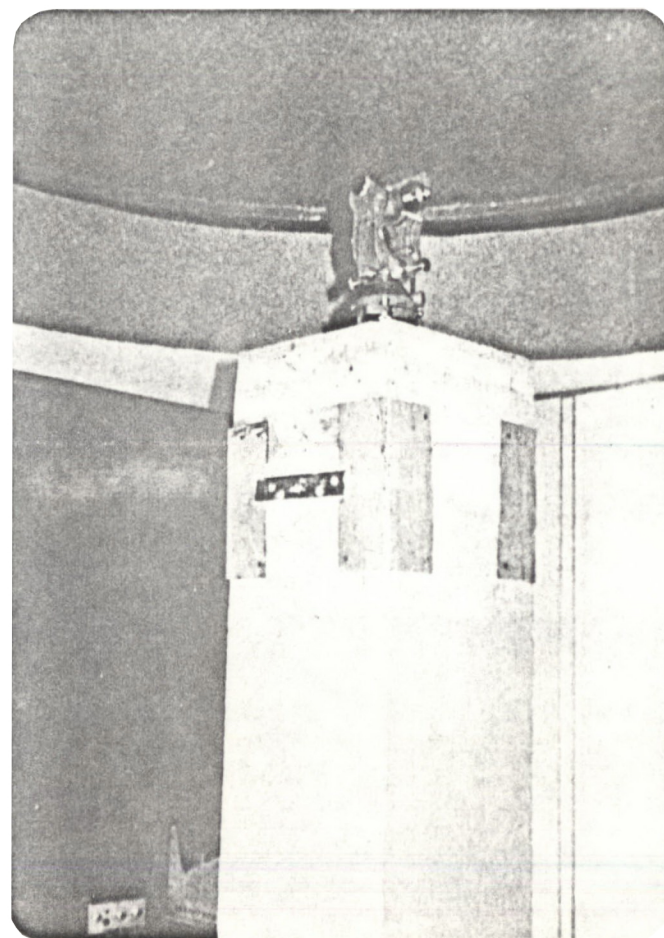
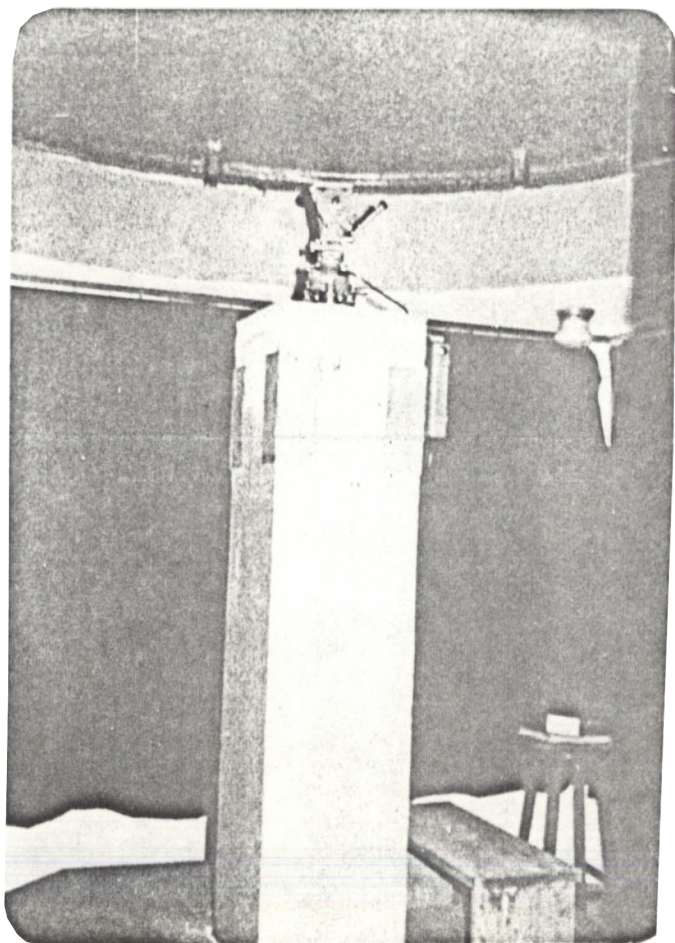
Nesse bloco, como se vê na foto nº 8, foi colocada uma base de centragem forçada.

A rígida fixação do bloco de concreto no pilar foi conseguida instalando-se quatro cantoneiras de ferro, presas por parafusos e buchas. Os inter-espacos existentes entre o bloco e o pilar foram preenchidos com gesso, conforme mostram as fotos nº 9 e 10.

1.2.6 Instalação do teodolito Wild T4.

Para a instalação e nivelamento do T4, seguimos as instruções contidas no TM-5-442, Precise Astronomic Survey⁹, que, de agora em diante, chamaremos de TM-5-442⁹.

O pilar deveria ter suas faces laterais voltadas para as posições leste-oeste e norte-sul. Para que pudéssemos seguir as instruções do TM-5-442⁹, instalamos, como base, sobre o pilar, a placa metálica do tripê acessório do T4.



Fotos 9 e 10 - Detalhes da fixação do bloco de concreto no pilar

O primeiro passo na instalação consistiu em colocar o eixo vertical central do T4 coincidente com a vertical, que passa pelo vértice astronômico nº 1, o que foi conseguido instalando-se um fio de prumo num sistema de roldanas, apoiadas no teto da estação, de tal forma a poder movimentar o prumo na mesma vertical.

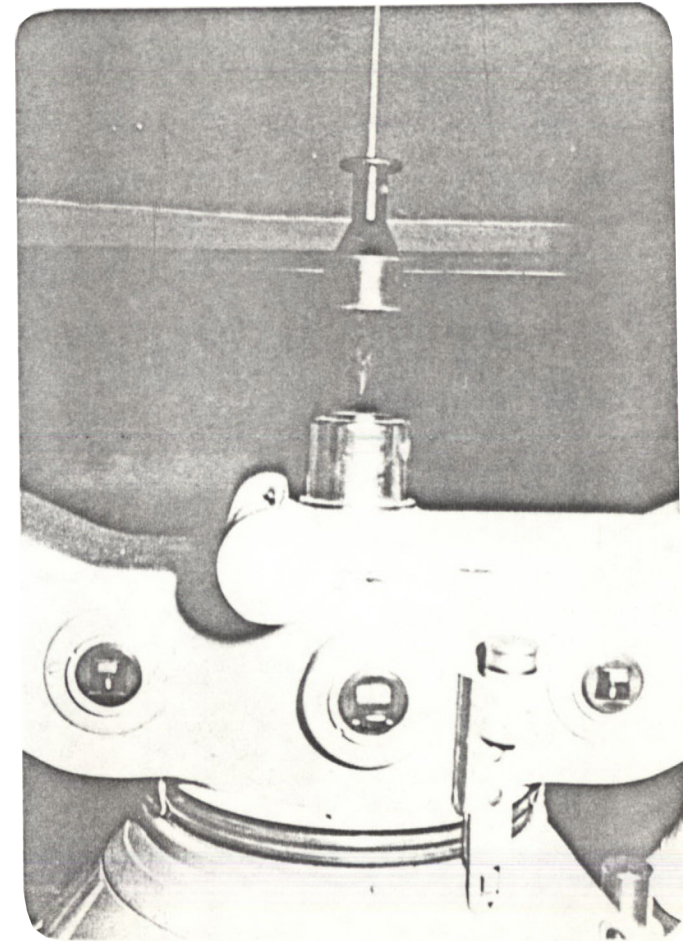
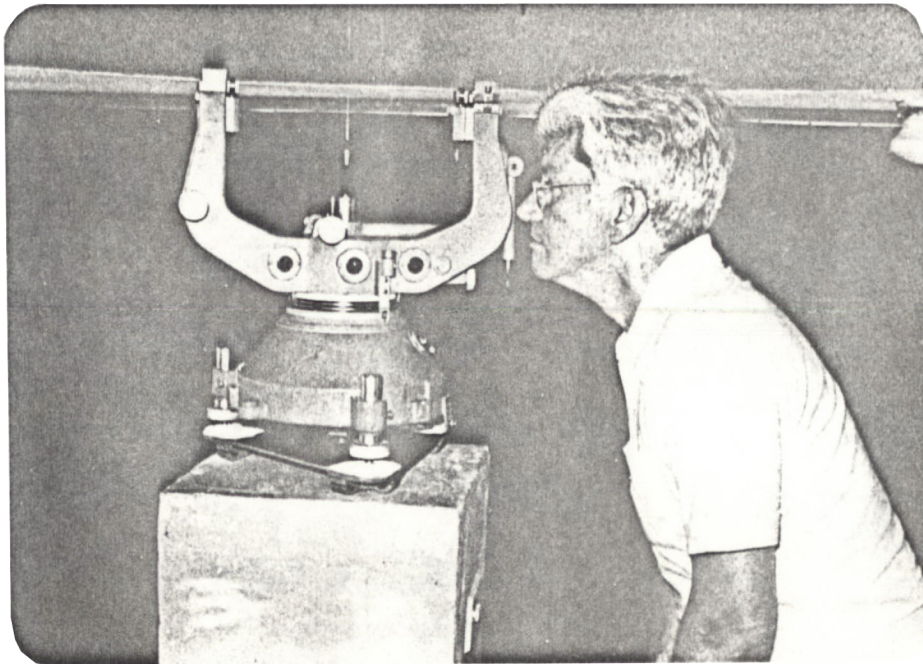
Um vez centrado o T4, selamos com gesso as bases de apoio do teodolito. Detalhes dessa operação, bem como do T4 já instalado, são mostrados nas fotos 11, 12, 13 e 14.

1.2.7 Nivelamento do T4.

Inicialmente, retificamos o nível suspenso e o nível esférico. Seguindo rigorosamente as instruções contidas no TM-5-442⁹, nivelamos o eixo vertical, o eixo horizontal e retificamos o nível suspenso.

Somente deixamos de centrar o cilindro do nível suspenso por falta de ferramenta adequada.

Foram verificadas a verticalidade e a centragem dos retículos.



Fotos 11 e 12 - Detalhes da centragem do T4

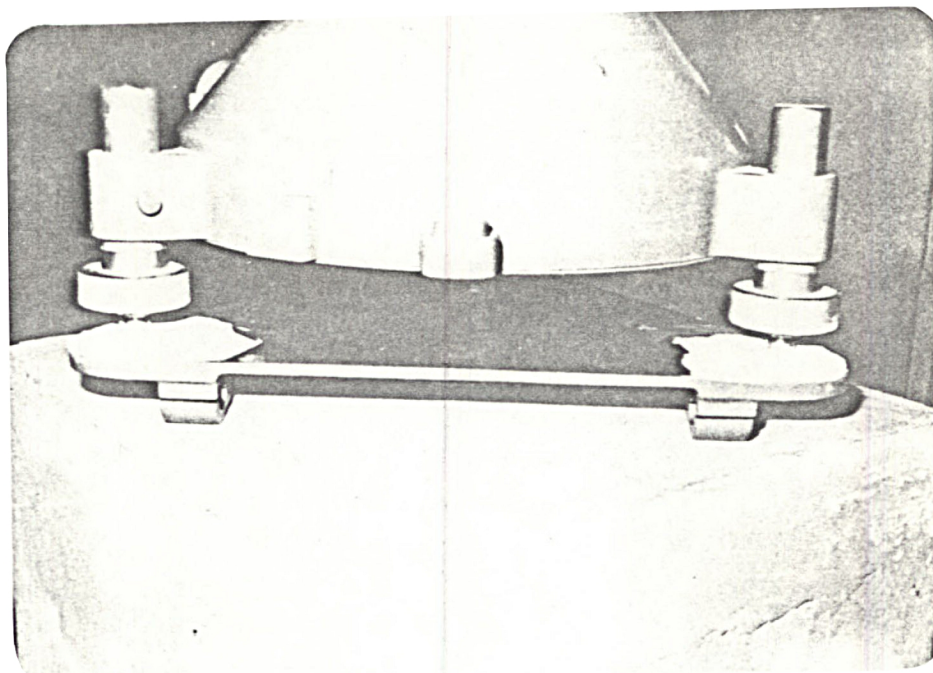


Foto 13 - Detalhes da selagem com gesso das sapatas do T4

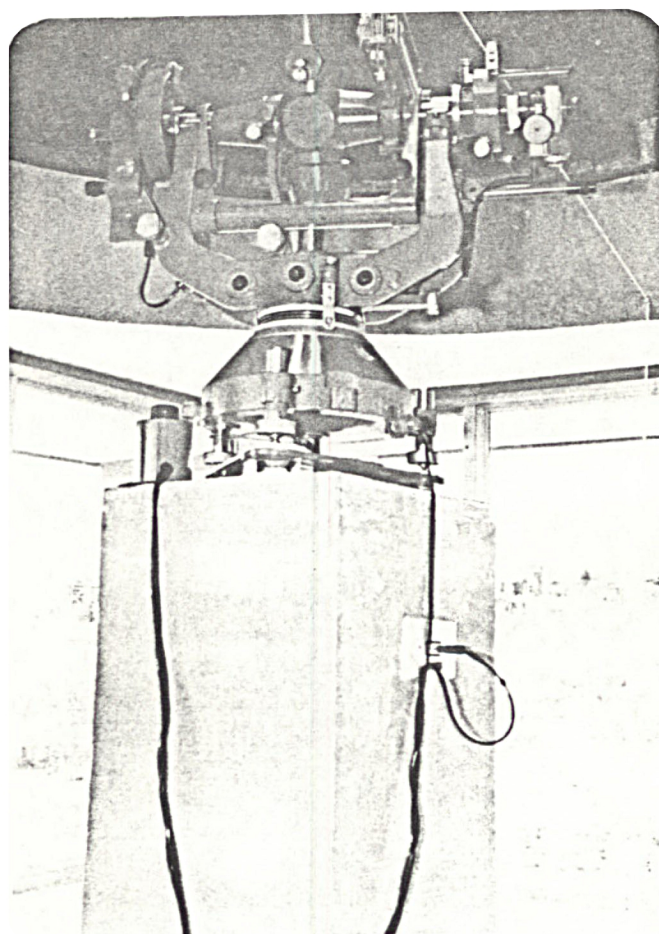


Foto 14 - T4 instalado no pilar, com instalação elétrica e reostato

1.2.8 Determinação da sensibilidade do nível do círculo-vertical (bi-partida).

Nas primeiras observações, as leituras das distâncias zenitais eram efetuadas após a coincidência da bolha bi-partida, porém, perdia-se muito tempo. Determinamos então, a sensibilidade π do nível do círculo vertical, conforme ODERMATT¹³.

Realizamos duas séries completas, cujas anotações e cálculos encontram-se no apêndice I. O valor da sensibilidade π , do nível do círculo vertical encontrado, foi de 1,39".

Com a sensibilidade determinada, não mais foi necessário calar a bi-partida para a leitura da distância zenital, bastando somente, efetuar a leitura esquerda (E) e direita (D) da bolha bi-partida, para posteriormente adicioná-la à leitura da distância zenital de acordo com a expressão:

$$Z = Z_{\text{lido}} + (E - D) \times \frac{\pi}{2} \quad (1)$$

E = leitura do lado esquerdo da bi-partida;

D = leitura do lado direito da bi-partida;

π = sensibilidade em segundos de arco do nível;

Z = distância zenital.

1.2.9 Diafragma reticular.

Durante as observações com o T4, utilizamos o diafragma reticular, acessório do teodolito T4, em astros com magnitude igual ou superior a 4,5, pois o referido diafragma reduz o brilho dos astros em 4 magnitudes (WILD¹⁷).

CAPÍTULO II

REQUISITOS PRELIMINARES2.1 MIRAS DE REFERÊNCIA DE AZIMUTE

Como marco de azimute, por não existir nenhum definido na região, adotamos os abaixo descritos e que receberam os nomes de mira 1, mira 2 e mira 3.

2.1.1 Mira 1.

Pára-raio (foto nº 15), distante 575 m da estação, existente no topo do bloco VI, onde funciona o CPGCG, sendo iluminado por uma lâmpada de 150W, a qual é comandada por uma chave (foto nº 16) instalada na parte exterior do bloco VI, para permitir ser ligada ou desligada, mesmo em horários ou dias em que a UFP não tenha expediente. Apesar da proximidade da mira 1 em relação à estação de observação, sua adoção foi de fundamental importância, pois a substituição da lâmpada e seu comando dependem só do operador, o que tranquiliza a equipe quanto à continuidade do trabalho.

A princípio, instalamos no mesmo local uma mira padronizada do teodolito Theo-020 da Zeiss, porém sua fixação não ficou a contento devido a natureza do telhado; adotamos, então, o pára-raio que possui as seguintes características:

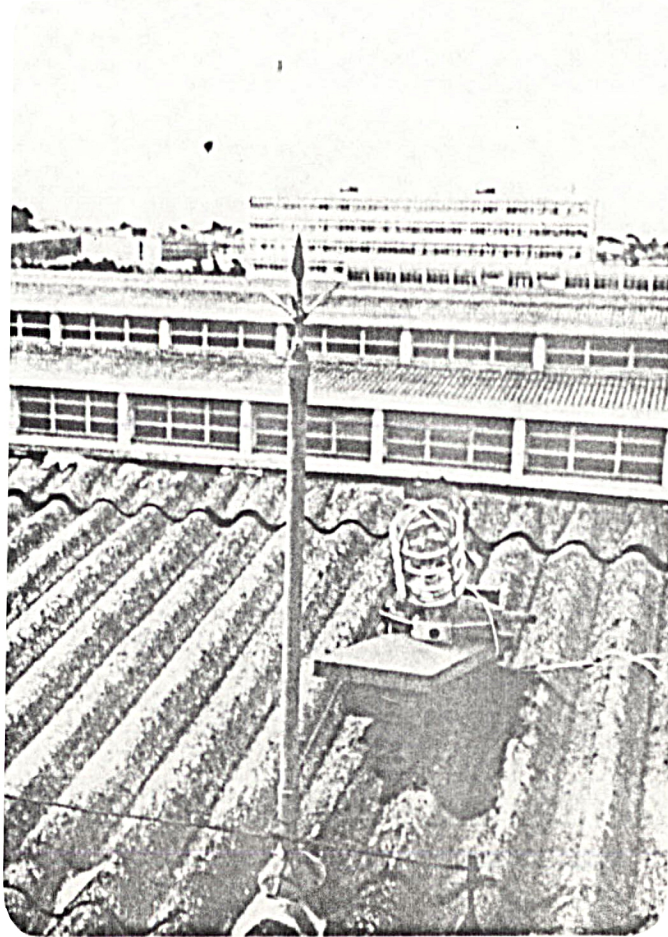


Foto 15 - MIRA 1 - Pára-raio
com sistema de ilu
minação

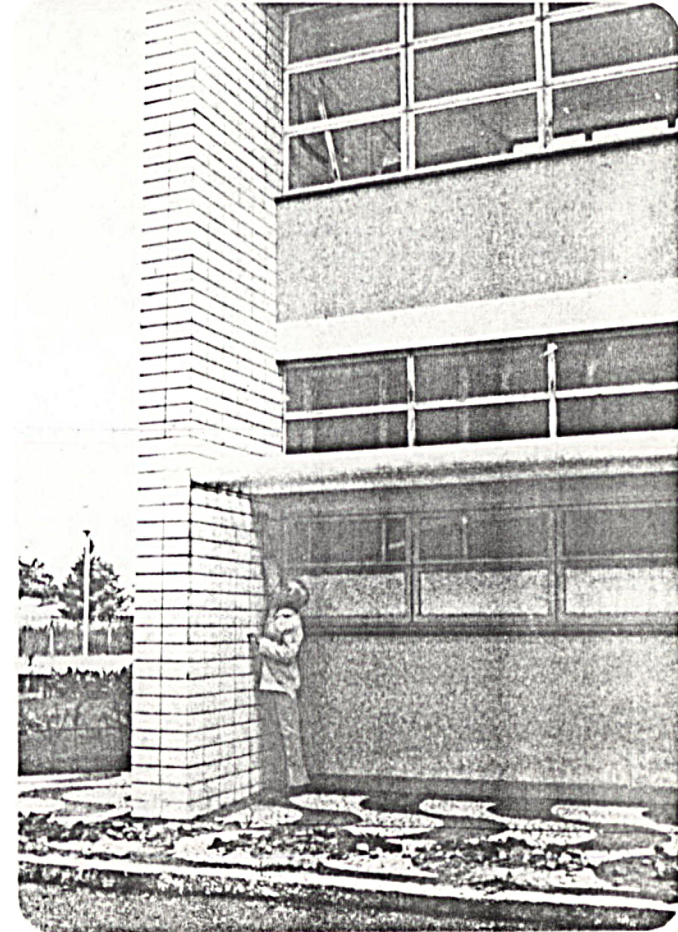
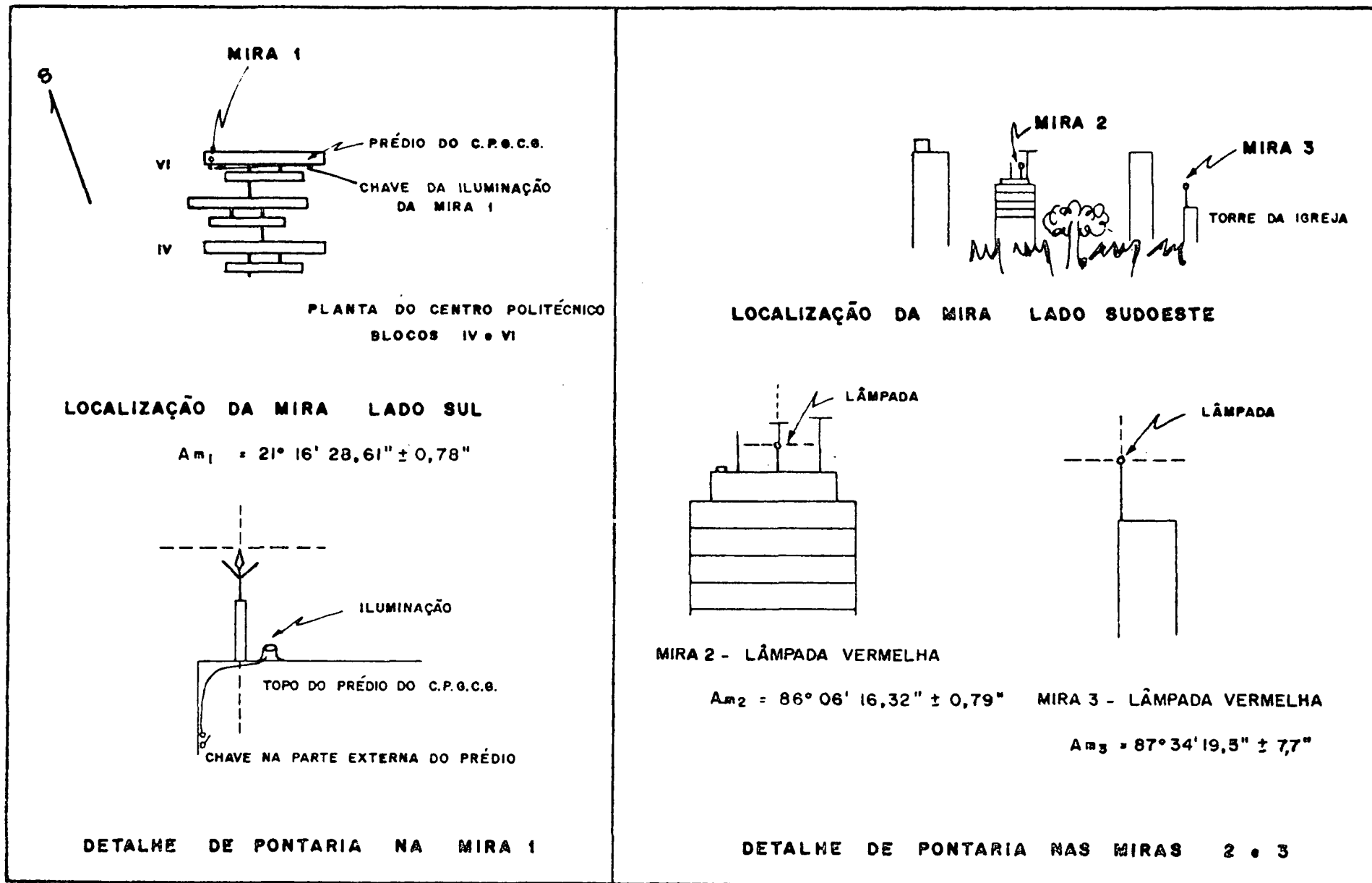


Foto 16 - Chave de comando da
iluminação da MIRA 1
sendo ligada



DETALHES DAS LOCALIZAÇÕES FIXAS E PONTARIAS NAS MIRAS

Fig 5

localização : instalado no telhado do bloco VI,
sobre o Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas;

nível : ponta do pára-raio a $00^{\circ} 17' 56''$
abaixo do horizonte do teodolito;

azimute : $21^{\circ} 16' 28,61'' \pm 0,78''$.

2.1.2 Mira 2.

Lâmpada vermelha, de sinalização noturna, existente no topo de um edifício, lado sudoeste, distante cerca de 4 Km da estação com a característica de permanecer acesa dia e noite, tendo apagado somente duas vezes em quatro meses.

Características da Mira 2:

localização : topo do edifício, sito a Rua Baltazar Carrasco dos Reis, 2.650, Agua verde, sudoeste;

nível : filamento iluminado a $00^{\circ} 24' 10''$
abaixo do horizonte do teodolito;

azimute : $86^{\circ} 06' 16,32'' \pm 0,79''$

2.1.3 Mira 3.

Lâmpada de sinalização noturna, instalada na torre da igreja, lado sudoeste.

Apresentou descontinuidade; várias noites apagada nos

quatro meses de trabalhos, por isso, abandonamos
essa mira.

Características da Mira 3:

localização : torre da igreja da Rua Chile, 1.560,
lado sudoeste;

azimute : 87° 34' 42,35"

Os detalhes de localização e pontaria das miras, são
mostrados na figura 5.

2.2 POSIÇÃO DAS ESTRELAS

2.2.1 Cálculo do horário médio das observações.

Um horário aproximado pode ser assumido sem perda de precisão para todas as observações durante um período de 4 horas ou menos (TM-5-442⁹).

O que se tem a fazer é a conversão do tempo sideral local para o T.U., expresso em dias e frações do dia.

Todas as vezes em que as estrelas são observadas no meridiano, que é o nosso caso, a ascensão reta destas estrelas pode substituir o tempo sideral lido no cronômetro.

Para cálculo do horário médio de uma série de observações na passagem meridiana, fazemos a média entre a ascensão reta da 1^a e da última estrela observadas na série.

A longitude, em tempo, é somada (se oeste) ou subtraída (se este) do horário médio encontrado e o resultado é a hora sideral em Greenwich do horário das observações.

A hora sideral em Greenwich correspondente a 0^h TU é subtraída da hora sideral encontrada acima, e o resultado é o intervalo sideral, o qual dividido por 24^h, 066, fornece a parte decimal do dia civil de Greenwich, que será usado na redução para a época de observação dos dados extraídos do APFS.

2.2.2 Redução, à época das observações, da declinação e da ascensão reta.

No caso presente, determinação da latitude de 2^a ordem, a ascensão reta pode ser aproximada ao minuto, não sendo necessário a aplicação de interpolação nem da correção da aberração diária. Já a declinação precisa ser conhecida com maior rigor, porém, sem necessidade de aplicar a correção dos termos de curto-período em nutação. A aberração diária é nula para a declinação na passagem meridiana. Portanto, para a redução ao dia da observação, aplicamos a fórmula de interpolação de Bessel:

$$f = f_0 + n \cdot d'_{1/2} + \beta (d''_0 + d''_1) \quad (2)$$

onde:

f = valor final da função;

f_0 = valor não interpolado;

n = argumento de interpolação linear para a primeira diferença, obtido da seguinte forma:

$$n = \left[(\text{data obs.} - \text{data APFS}) + \frac{\lambda}{24} \right] / 9,973 \quad (3)$$

λ = longitude do observador;

$d'_{1/2}$ = 1^a diferença;

$$\beta = \frac{n(n-1)}{4};$$

$$(d''_0 + d''_1) = \text{soma das segundas diferenças.} \quad (4)$$

2.3 CORREÇÕES FÍSICAS E INSTRUMENTAIS

2.3.1 Correções instrumentais.

Para a determinação da latitude astronômica de segunda ordem, o instrumento deve ser colocado no meridiano com precisão de 1' a 5' de arco (MUELLER¹²), portanto, serão dispensáveis as correções do erro de horizontalismo e do erro de colimação na determinação do azimute astronômico, desde que o instrumento seja cuidadosamente nivelado.

Na determinação da latitude astronômica pelo método de Sterneck, ODERMATT¹³ demonstra com exemplos que as correções do erro de horizontalismo, colimação e azimute podem também ser negligenciados.

2.3.2 Correções físicas.

2.3.2.1 Refração astronômica.

É o encurvamento que um raio luminoso emitido por um objeto fora da atmosfera terrestre sofre ao atravessá-la. A refração astronômica diminui a distância zenital observada, portanto, a correção a ser aplicada deve ser aditiva.

Existem fórmulas empíricas para essa correção, bem como, várias tabelas que tomam como argumento a tempera-

tura, a pressão e a distância zenital lida.

Dentre as várias publicações consultadas optamos, por ser a mais recente, pelas tabelas do TM-5-442⁹.

A minimização da correção do efeito da refração é conseguida programando-se as passagens meridianas das estrelas de cada par, com pequeno intervalo de tempo uma da outra e distâncias zenitais próximas.

2.3.2.2 Aberração diária.

Efeito devido ao movimento diário do observador em torno do eixo de rotação da Terra, causando um deslocamento nas coordenadas dos astros.

Estas variações são dadas por:

$$d\alpha = 0,213s \cos \phi \cos H \sec \delta \quad (5)$$

$$d\delta = 0,32'' \cos \phi \sen H \sen \delta \quad (6)$$

Sendo:

ϕ = latitude astronômica;

H = ângulo horário;

δ = declinação;

$d\alpha$ = correção da ascensão reta;

$d\delta$ = correção da declinação.

Na passagem meridiana $H = 0$, então $d\delta = 0$, logo essa correção não se aplica à declinação do astro para a

determinação da latitude.

No caso da determinação do azimute astronômico essa correção nem sempre pode ser negligenciada.

A correção para o azimute devido a esse efeito é dado por:

$$dA'' = - 0,32 \cos A \cos \phi \operatorname{cosec} Z \quad (7)$$

sendo:

dA = correção, em segundos, do azimute;

A = azimute astronômico.

Pelas razões apresentadas em 2.3.1, essa correção foi também negligenciada.

CAPÍTULO III

DETERMINAÇÕES EXPEDITAS PRELIMINARES

Como o trabalho por nós realizado na estação de observação foi pioneiro, dividimos as determinações preliminares em duas fases:

1^a fase - determinações expeditas da longitude , latitude e azimute, para que pudéssemos dar início aos trabalhos e também, para treino da equipe, as quais abordaremos neste capítulo.

2^a fase - determinação do azimute por estrelas em elongação, sendo que nosso intento seria o de realizar essa determinação pelo método da Circum-elongação, mas, como já frisamos, as condições atmosféricas adversas não permitiram, assunto que será abordado no capítulo IV.

3.1 DETERMINAÇÃO EXPEDITA DA LONGITUDE

Utilizando uma Carta da cidade de Curitiba, na escala 1:5000, realizada pela SANEPAR - IPPUC em 1972, apresentada em cópia reduzida na figura 6, e com os dados obtidos no levantamento feito para a localização do pilar, figura 1, encontramos as seguintes coordenadas UTM para o pilar:

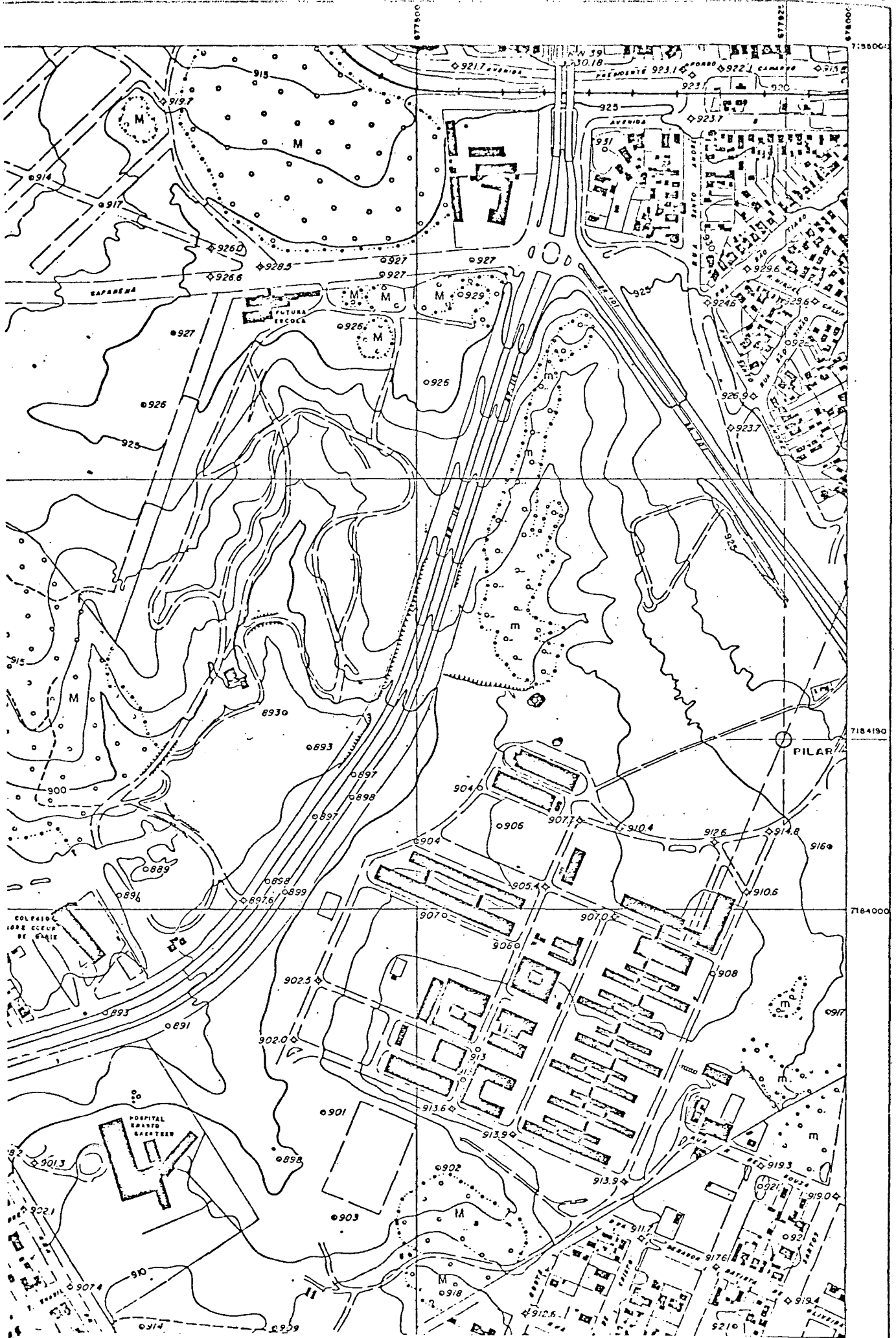


Fig 6 - Localização do Pilar - Escala: 1:5000
Cópia reduzida de parte da Carta de Curitiba.

N = 7 184 190 m;

B = 677 925 m;

Hemisfério sul

Meridiano central $\lambda_0 = 51^\circ \text{ w}$

as quais transformadas para coordenadas geodésicas nos forneceram:

longitude $\lambda = 03\text{h } 16\text{min } 55,34\text{s W}$

latitude $\phi = -25^\circ 26' 53,67''$

3.2 DETERMINAÇÃO EXPEDITA DA LATITUDE ASTRONÔMICA PELA PASSAGEM MERIDIANA DO SOL

Realizamos cinco observações, seguindo instruções de MATTOS¹¹, com o teodolito Wild T2 nº 101327, cujo registro de observação e cálculos encontram-se no apêndice II. O valor médio encontrado para a latitude foi:

$$\phi = -25^\circ 26' 39,89'' \pm 3,1''$$

O teodolito acima citado, que empregamos nessas observações, era de uso comum com os alunos dos cursos de graduação.

3.3 DETERMINAÇÃO EXPEDITA DO AZIMUTE ASTRONÔMICO POR DISTÂNCIA ZENITAL ABSOLUTA DO SOL

Realizamos uma série completa de observações com o teodolito Wild T2 nº 101327, seguindo as instruções contidas no ASTRONOMIA EXPEDITA⁶, cujo registro de observações e cálculos encontram-se no apêndice III. Foram feitas leituras completas do Sol e das miras 1, 2 e 3.

Os azimutes astronômicos encontrados foram:

Mira 1 - $21^{\circ} 16' 04,7'' \pm 7,8''$

Mira 2 - $86^{\circ} 06' 05,3'' \pm 7,5''$

Mira 3 - $87^{\circ} 34' 19,5'' \pm 7,7''$

DETERMINAÇÃO DO AZIMUTE ASTRONÔMICO POR ESTRELAS
EM ELONGAÇÃO

4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O fato da precariedade do tempo em Curitiba, por si só, justificaria a adoção deste método na determinação do azimute para trabalho de segunda ordem, pois é o mais simples em Astronomia de Campo, mas, levamos em conta também que:

- a) no método de Sterneck , observamos estrelas em suas passagens meridianas, uma ao sul e outra ao norte do zênite, logo, se as distâncias zenitais do par forem próximas, teremos uma compensação no erro de posicionamento do instrumento no meridiano;
- b) para a determinação da latitude astronômica de segunda ordem, necessitamos colocar o teodolito no meridiano com precisão de 1' (MUELLER¹²);
- c) os resultados obtidos por WANDERLIN¹⁶ mostraram que o método da determinação do azimute astronômico por estrelas em elongação é também válido para segunda ordem.

4.2 DEFINIÇÕES

Elongação - chama-se elongação de um astro, ao instante em que seu azimute atinge um valor máximo ou mínimo.

Azimute Astronômico - é o ângulo formado pelo plano do meridiano astronômico do observador e o plano vertical que contém o ponto observado, contado no plano do horizonte a partir do ponto sul, por oeste.

4.3 CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

Pela definição vimos que um astro está em elongação no instante em que seu azimute atinge um valor máximo ou mínimo, ou seja, quando sua velocidade azimutal for nula. Uma das expressões da velocidade azimutal nos mostra que (GEMAEL^{1º}):

$$\frac{dA}{dH} = \cos Q \frac{\text{sen}A}{\text{sen}H} \quad (8)$$

Q = ângulo paralático.

Aplicando a Lei dos Senos ao triângulo de posição, podemos escrever:

$$\frac{\text{sen } A}{\text{sen } H} = \frac{\text{cos } \delta}{\text{sen } Z} \quad (9)$$

substituindo a igualdade (9) em (8), teremos:

$$\frac{d A}{d H} = \text{cos } Q \cdot \frac{\text{cos } \delta}{\text{sen } Z} \quad (10)$$

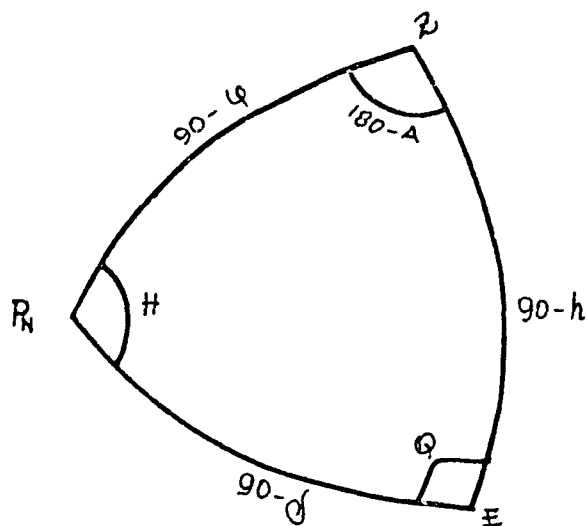
Para uma velocidade azimutal nula,

$$\frac{d A}{d H} = 0$$

e sendo δ e Z diferentes de zero, teremos em (10) que

$$\text{cos } Q = 0$$

o que implica em $Q = 90^\circ$ ou seja, o triângulo de posição, figura 7, é retângulo no astro, o que nos permite a aplicação da regra de MAUDUIT



TRIÂNGULO DE POSIÇÃO - Fig 7

Então, examinando a elongação a W, vemos que o ângulo paralático é reto e as relações gerais do triângulo de posição nos mostram que, para o instante da elongação, teremos:

$$\cos H = \operatorname{tg} \phi \operatorname{cotg} \delta \quad (11)$$

$$\cos Z = \operatorname{sen} \phi \operatorname{cosec} \delta \quad (12)$$

$$\operatorname{sen} A = \cos \delta \operatorname{sec} \phi \quad (13)$$

a relação (13) pode também ser expressa por:

$$\operatorname{sen} A = \frac{\cos \delta}{\cos \phi} \quad (14)$$

o que implica na desigualdade:

$$| \cos \delta | < | \cos \phi | \quad (15)$$

ou seja, que:

$$| \delta | > | \phi | \quad (16)$$

que é a condição para que o astro alongue.

Analisando a elongação a E, vemos que todos os ângulos são maiores do que 180° , porém, as fórmulas já apresentadas permanecem iguais observando-se que:

- a) o ângulo horário H é igual ao replemento do ângulo horário da elongação a W;
- b) tanto na elongação a E, quanto na elongação a W a distância zenital é a mesma;
- c) o azimute da elongação de E (contado do sul por oeste) é igual ao replemento do azimute da elongação a W.

O valor de A encontrado na relação (14) é o azimute astronômico do astro em elongação a oeste ou $360^\circ - A$ para elongação a este. Então, o azimute da mira é obtido adicionando o ângulo horizontal medido da estação entre a mira e as estrela observada, ao azimute calculado.

$$A_m = Aa + Lm - La \quad (17)$$

sendo:

A_m = azimute da mira;

A_a = azimute do astro;

L_m = leitura da mira;

L_a = leitura do astro.

4.4 SELEÇÃO DAS ESTRELAS

A seleção das estrelas foi feita utilizando-se da publicação *Elongações Máximas de COELHO*⁶, a qual fornece os elementos de calagem desde a latitude 10° sul até 32° sul. Uma vez selecionadas as estrelas e procedida a correção dos dados para a época atual, elaboramos o programa de observaoes da seguinte forma:

a) cálculo da hora sideral de início dos trabalhos:

$$M = HL + F - L \quad (18)$$

$$S = S_0 + M + (M+L) \lambda \quad (19)$$

sendo:

S = hora sideral;

S_0 = hora sideral a 0^h TU;

M = hora média;

L = longitude da estaao;

λ = fator de conversão de hora média por sideral;

F = fuso horário;

HL = hora legal.

b) cálculo da hora sideral da elongação:

$$S = H + \alpha \quad (20)$$

$$\cos H = \operatorname{tg} \phi \operatorname{cotg} \delta \quad (11)$$

sendo:

α = ascensão da reta do astro e observando que para estrelas que elongam a E, o ângulo horário H deve ser subtraído da ascensão reta acrescida de 24 h.

c) cálculo da distância zenital:

$$\cos Z = \operatorname{sen} \phi \operatorname{cosec} \delta \quad (12)$$

d) cálculo do azimute:

$$\operatorname{sen} A = \frac{\cos \delta}{\cos \phi} \quad (14)$$

Para elongação a W $\rightarrow A \rightarrow +$

E $\rightarrow A \rightarrow -$

e) cálculo da hora legal da elongação:

$$M = [S - (S_0 + L\lambda)] - [S - (S_0 + L\lambda)]\mu \quad (21)$$

$$HL = M + L - F$$

sendo:

μ = fator de conversão de hora sideral para médio;

4.5 OBSERVAÇÕES COM O TEODOLITO

A seqüência das observações, bem como as anotações dos trabalhos encontram-se no apêndice IV.

Nas observações foi seguida a seqüência seguinte:

- a) nivelamento cuidadoso do teodolito;
- b) visadas sobre as miras 1 e 2, e registro das leituras do círculo horizontal;
- c) início das observações três minutos antes da elongação, registrando-se a leitura do círculo horizontal após a elongação;
- d) repetir c com outra estrela;
- e) repetir c com outra estrela;
- f) repetir b.

4.6 CÁLCULO DO AZIMUTE DA MIRA

Como desprezamos as correções já mencionadas, a determinação do azimute da mira consistiu somente em adicionar ao azimute da estrela, calculado por (14), o valor do ângulo horizontal entre a leitura da mira e a leitura do astro em elongação, ou seja:

$$A_m = A_a + L_m - L_a \quad (17)$$

O valor médio do azimute foi obtido, tomando-se a mé-

dia aritmética simples dos valores encontrados em cada elongação, desprezando-se os valores cuja discrepância fosse superior a 7,5", critério empírico.

Os cálculos do azimute da mira 1 e mira 2, foram efetuados na HP-30.

Os registros das observações, bem como os resultados encontrados são mostrados no apêndice IV.

O cálculo do erro médio quadrático da média foi obtido com a fórmula:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{[VV]}{n(n-1)}} \quad (22)$$

Sendo:

σ = erro médio quadrático da média;

$[VV]$ = somatório dos resíduos ao quadrado.

n = número de observações.

Os valores encontrados foram os seguintes:

Azimute da Mira 1 = 21° 16' 28,61" ± 0,78"

Azimute da Mira 2 = 86° 06' 16,32" ± 0,79"

DETERMINAÇÃO DA LATITUDE5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para os trabalhos de determinação da latitude astronômica, substituímos o teodolito Wild N° 101327, que é de uso comum com os alunos dos curso de graduação, pelo teodolito Wild T2 N° 225566, do equipamento do giro-teodolito, tendo em vista ser um equipamento novo, portanto, mais compatível para comparação com os resultados a serem obtidos com o teodolito Wild T4, equipamento novo.

O teodolito T2, foi instalado na mesma base de centragem forçada, utilizada para a determinação do azimute. O teodolito T4, foi instalado diretamente sobre o pilar, conforme descrito em 1.2.6.

5.2 DEFINIÇÃO

Latitude astronômica é o ângulo entre a vertical do observador e o plano do equador instantâneo, também definida como ângulo entre o plano horizontal e o eixo instantâneo de rotação da Terra (altura do polo).

5.2 CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS - MÉTODO DE STERNECK5.3.1 Introdução.

Dentre os métodos para determinação da latitude, este

é o mais simples na obtenção dos resultados, porém, necessita que se faça a leitura do círculo vertical, o que geralmente acarreta, nos resultados finais, pequenos erros sistemáticos devidos principalmente à refração.

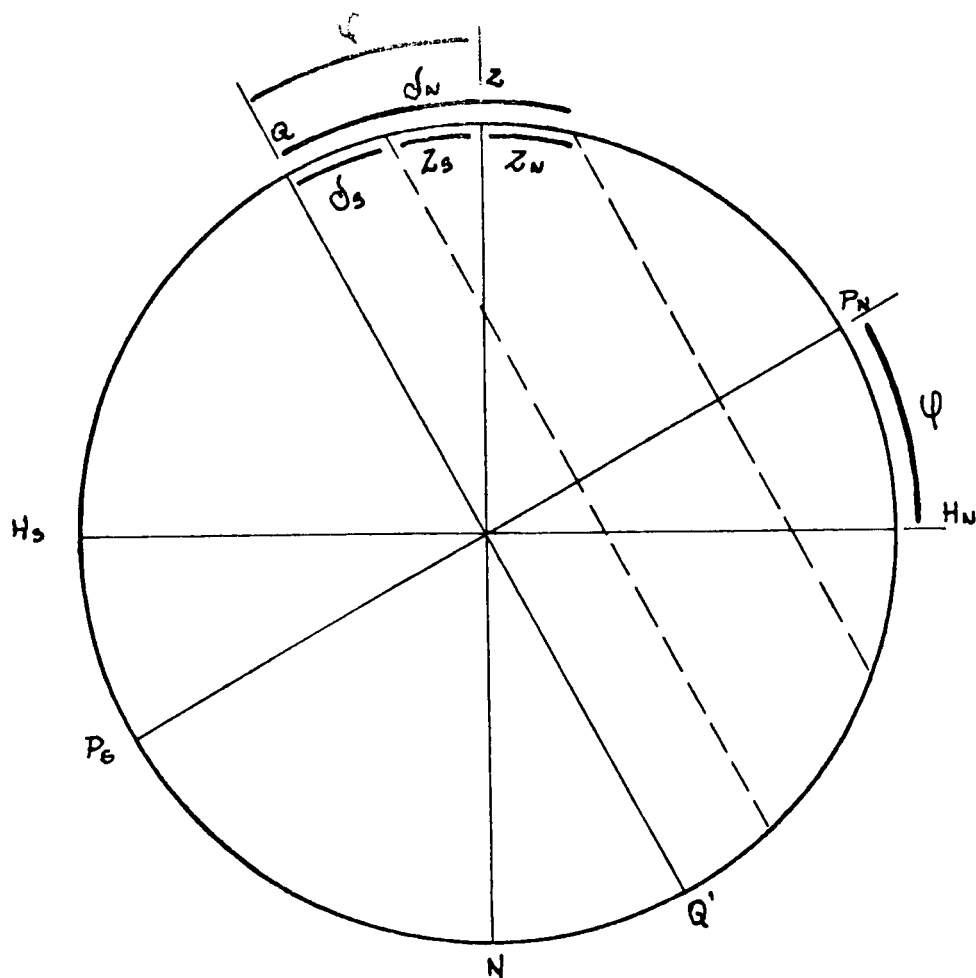
O método de Sterneck, como é conhecido no Brasil, é o método de Horrebow-Talcott adaptado ao teodolito.

Os cálculos são fáceis e rápidos e as técnicas de observação são também muito simples.

5.3.2 Método de Sterneck.

5.3.2.1 Princípios do método.

O método consiste em observar duas estrelas em suas passagens meridianas, uma ao norte e outra ao sul do zênite e nessas passagens medir suas distâncias zenitais.



METODO DE STERNECK
fig 8

Da figura 8, tiramos:

$$\phi = \delta_N - Z_N$$

$$\phi = \delta_S + Z_S$$

$$2\phi = \delta_N + \delta_S + Z_S - Z_N$$

$$\phi = \frac{\delta_N + \delta_S}{2} + \frac{Z_S - Z_N}{2}$$

(23)

mas, sabemos que:

$$Z_S = D_S + z_o + R_S$$

$$Z_N = D_N + z_o + R_N$$

sendo:

índice S = ao sul do zênite

índice N = ao norte do zênite

Z = distância zenital

D = leitura direta

R = refração astronômica

z_0 = zênite instrumental.

Então:

$$\frac{Z_S - Z_N}{2} = \frac{D_S + z_0 + R_S - D_N - z_0 - R_N}{2}$$

$$\frac{Z_S - Z_N}{2} = \frac{D_S - D_N}{2} + \frac{R_S - R_N}{2} \quad (24)$$

substituindo (24) em (23) teremos:

$$\phi = \frac{\delta_N + \delta_S}{2} + \frac{D_S - D_N}{2} + \frac{R_S - R_N}{2} \quad (25)$$

Expressão que nos fornece a latitude astronômica do observador com a eliminação do erro do zênite instrumental.

5.3.2.2 Condições do método.

Como foi mostrado, o método determina que as observa -

ções sejam aos pares de estrelas.

Com vistas a reduzir ao mínimo os erros devido à refração a escolha dos pares deve considerar as condições seguintes GEMAEI¹⁰:

" 1^a - As estrelas devem apresentar $Z < 45^\circ$;

2^a - As distâncias zenitais dos componentes de cada par devem ser tão próximas quanto possível, não excedendo a sua diferença ao limite de 5° ou seja:

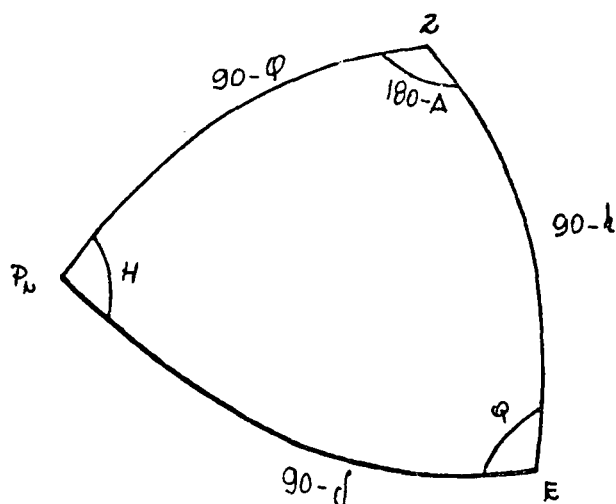
$$Z_S = Z_N \pm 5^\circ; \quad (26)$$

3^a - O intervalo que medeia entre duas observações relativas ao mesmo par não deve ultrapassar 20 min:

$$\alpha_S = \alpha_N \pm 20 \text{ minutos } ". \quad (27)$$

5.3.3 Análise teórica no caso geral.

Tomemos o triângulo de posição, fig nº 9,



TRIÂNGULO DE POSIÇÃO

fig 9

do qual desejamos obter a latitude ϕ , ou seja, o lado PN - Z. O lado PN-E, é o único elemento conhecido, pois conhecemos o astro E.

Então, necessitamos conhecer outros dois elementos do triângulo, para podermos defini-lo completamente e permitir o cálculo do lado procurado.

Os parâmetros a serem observados são:

- a) a altura h do astro E;
- b) o correspondente ângulo horário H .

Aplicando a fórmula dos 4 elementos ao triângulo de posição, teremos:

$$\cos (90-h) = \cos (90-\phi) \cos (90-\delta) + \sin (90-\phi) \sin (90-\delta) \cos H$$

ou

$$\sin h = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos H \quad (28)$$

sendo, neste caso, a latitude astronômica, função da altura h e do ângulo horário H , $\phi = f(h, H)$, podemos determinar a diferencial total $d\phi$:

$$d\phi = \frac{\partial f}{\partial h} dh + \frac{\partial f}{\partial H} dH \quad (29)$$

Cálculo de $\frac{\partial f}{\partial h} dh$

Obs.: $d\phi_1 =$ diferencial em relação a h .

$d\phi_2 =$ diferencial em relação a H .

Derivada parcial de (28) em relação a h:

$$\cos h = \cos \phi \frac{d\phi_1}{dh} \operatorname{sen} \delta - \operatorname{sen} \phi \frac{d\phi_1}{dh} \cos \delta \cos H$$

$$\cos h = \frac{d\phi_1}{dh} (\cos \phi \operatorname{sen} \delta - \operatorname{sen} \phi \cos \delta \cos H) \quad (30)$$

de (28) temos que

$$\cos \delta \cos H = \frac{\operatorname{sen} h - \operatorname{sen} \phi \operatorname{sen} \delta}{\cos \phi} \quad (31)$$

substituindo (31) em (30) teremos:

$$\cos h = \frac{d\phi_1}{dh} (\cos \phi \operatorname{sen} \delta - \operatorname{sen} \phi \cdot \frac{\operatorname{sen} h - \operatorname{sen} \phi \operatorname{sen} \delta}{\cos \phi})$$

$$\cos h = \frac{d\phi_1}{dh} (\frac{\cos^2 \phi \operatorname{sen} \delta + \operatorname{sen}^2 \phi \operatorname{sen} \delta - \operatorname{sen} \phi \operatorname{sen} h}{\cos \phi})$$

$$\cos h = \frac{d\phi_1}{dh} (\frac{\operatorname{sen} \delta - \operatorname{sen} \phi \operatorname{sen} h}{\cos \phi}) \quad (32)$$

mas, pela fórmula dos 4 elementos temos que:

$$\operatorname{sen} \delta = \operatorname{sen} \phi \operatorname{sen} h - \cos \phi \cos h \cos A$$

ou;

$$\cos h \cos A = - \frac{\operatorname{sen} \delta - \operatorname{sen} \phi \operatorname{sen} h}{\cos \phi}, \quad (33)$$

substituindo (33) em (32) teremos:

$$\cos h = -\frac{d\phi_1}{dh} \cdot \cos h \cos A$$

$$d\phi_1 = -dh \sec A \quad (34)$$

Cálculo de $\frac{\partial f}{\partial H} dH$

Derivada parcial de (28) em relação a H:

$$0 = \cos \phi \frac{d\phi_2}{dH} \operatorname{sen} \delta - \operatorname{sen} \phi \frac{d\phi_2}{dH} \cos \delta \cos H - \cos \phi \cos \delta \operatorname{sen} H$$

$$0 = \frac{d\phi_2}{dH} (\cos \phi \operatorname{sen} \delta - \operatorname{sen} \phi \cos \delta \cos H) - \cos \phi \cos \delta \operatorname{sen} H$$

$$\frac{d\phi_2}{dH} = \frac{\cos \phi \cos \delta \operatorname{sen} H}{\cos \phi \operatorname{sen} \delta - \operatorname{sen} \phi \cos \delta \cos H} \quad (35)$$

mas, de (28) temos que:

$$\cos \delta \cos H = \frac{\operatorname{sen} h - \operatorname{sen} \delta \operatorname{sen} \phi}{\cos \phi} \quad (36)$$

substituindo (36) em (35), teremos:

$$\frac{d\phi_2}{dH} = \frac{\cos \phi \cdot \cos \delta \operatorname{sen} H}{\cos \phi \operatorname{sen} \delta - \operatorname{sen} \phi \frac{(\operatorname{sen} h - \operatorname{sen} \delta \operatorname{sen} \phi)}{\cos \phi}}$$

$$\frac{d\phi_2}{dH} = \frac{\cos^2 \phi \cos \delta \sin H}{\cos^2 \phi \sin \delta - \sin \phi \sin h + \sin^2 \phi \sin \delta}$$

$$\frac{d\phi_2}{dH} = \frac{\cos^2 \phi \cos \delta \sin H}{\sin \delta - \sin \phi \sin h} \quad (37)$$

$$\text{mas, } \sin \delta = \sin h \sin \phi - \cos h \cos \phi \cos A \quad (38)$$

substituindo (38) em (37) teremos:

$$\frac{d\phi_2}{dH} = \frac{\cos^2 \phi \cos \delta \sin H}{\sin h \sin \phi - \cos h \cos \phi \cos A - \sin \phi \sin h}$$

$$\frac{d\phi_2}{dH} = - \frac{\cos \phi \cos \delta \sin H}{\cos h \cos A} \quad (39)$$

mas, pela analogia dos senos:

$$\sin A = \frac{\cos \delta \sin H}{\cos h} \quad (40)$$

substituindo (40) em (39) teremos:

$$\frac{d\phi_2}{dH} = - \cos \phi \frac{\sin A}{\cos A} \quad \text{ou;}$$

$$d\phi_2 = - dH \cos \phi \operatorname{tg} A \quad (41)$$

De acordo com a definição de diferencial total, teremos

de (34) e (41)

$$d\phi = - dh \sec A - dH \cos \phi \operatorname{tg} A$$

expressão que nos diz que:

se o astro for observado na passagem meridiana

($A = 0^\circ$ ou 180°):

- a) um pequeno erro dH no ângulo horário não terá efeito;
- b) um pequeno erro dh na altura acarretará um efeito mí
nimo.

Conclusões que sugerem o método de determinação da lati
tude por alturas meridianas, que é a base do método de
Sterneck.

5.4 SELEÇÃO DAS ESTRELAS

Os programas para as observações devem ser feitos a prio
ri.

Para selecionar os limites da declinação dos astros, de-
vemos utilizar um valor aproximado da latitude do lugar,
para tal, tomamos o valor encontrado na determinação ex
pedita da latitude descrita em 3.2, que foi:

$\phi = -25^\circ 26' 43,9''$, que para os cálculos tomamos como sendo $\phi = -25^\circ 27'$.

5.4.1 Elaboração do programa.

1) Determinamos a hora sideral de início dos trabalhos com as fórmulas (18) e (19).

Sabemos que a estrela culmina numa hora sideral $S = \alpha$, sendo α a ascensão reta do astro, portanto, devemos selecionar astros com α maior do que o encontrado acima;

2) Estabelecemos a 1ª condição:

$$Z_S = \phi - \delta_S$$

$$45^\circ = -25^\circ 27' - \delta_S$$

$$\delta_S = -70^\circ 27'$$

que representa o limite de declinação para astros que culminam ao sul do zênite.

Para os astros que culminam ao norte do zênite teremos:

$$Z_N = -\phi + \delta_N$$

$$45^\circ = -25^\circ 27' + \delta_N$$

$$\delta_N = 19^\circ 33'$$

ou seja,

$$-70^{\circ} 27' \leq \delta \leq 19^{\circ} 33' ;$$

3) Verificamos a segunda condição:

$$z_N = z_S \pm 5^{\circ} \quad (26)$$

Para a estação de observação do CPGCG, a fórmula:

$$z = \pm (\phi - \delta) \quad (27)$$

nos mostra que, para

$$\delta < 0 \quad \text{e} \quad |\delta| > 25^{\circ} 27' \rightarrow (\phi - \delta) > 0$$

$$\delta < 0 \quad \text{e} \quad |\delta| < 25^{\circ} 27' \rightarrow (\phi - \delta) < 0$$

$$\delta > 0 \quad (\phi - \delta) < 0$$

todas as estrelas do hemisfério sul com $|\delta| > 25^{\circ} 27'$ culminam ao sul do zênite, as demais culminam ao norte.

4) Verificamos a 3^a condição:

$$\alpha_S = \alpha_N \pm 20 \text{ min.}$$

As condições, acima enumeradas, não representam valores exatos, mas sim, representam um critério para minimizar os erros causados pela refração.

5.5 OBSERVAÇÕES COM OS TEODOLITOS

5.5.1 Observações com o teodolito Wild T2.

Para as observações com o teodolito T2, adaptamos ao instrumento a ocular de cotovelo.

A seqüência seguida nas observações foi a seguinte:

- a) orienta-se o teodolito - registrando no círculo horizontal o azimute da direção, visa-se a mira luminosa que materializa essa direção: o zero do limbo apontará para o ponto sul da meridiana;
- b) cala-se a luneta em altura, registrando a distância zenital do programa elaborado;
- c) acompanha-se a estrela com o fio médio horizontal, atuando-se no parafuso de chamada do círculo vertical, até que ela corte o fio vertical (interseção);
- d) registra-se a leitura do círculo vertical, a temperatura e a pressão barométrica;
- e) gira-se o instrumento 180° , se a estrela for a 2^a do par, caso contrário, permanece na mesma direção e repete-se b), c), e d).

5.5.2 Observações com o teodolito Wild T4.

Para as observações de estrelas com magnitude superior a 4,5, foi utilizado o diafragma reticular.

A equipe mínima para trabalhar com o T4 é de 3 homens, TM-5-442⁹.

A seqüência seguida nas observações foi a mesma enunciada em 5.5.1 - a), c), d), e e), com modificações no item b), como segue:

b) cala-se a luneta em altura, registrando-se a distância zenital, no círculo de distância zenital que tem graduação até o minuto, e nivela-se então, o nível do círculo de distância zenital;

Obs: Registrando-se, a priori, a distância zenital da estrela seguinte a ser observada, ganha-se, em tempo permitindo observar estrelas com diferença de 1 minuto na passagem meridiana.

5.6 REDUÇÕES

Os cálculos da refração e da latitude são mostrados no apêndice V.

O procedimento para a redução das observações foi o seguinte:

- a) correção da distância zenital observada pelo efeito da refração;
- b) computa-se a latitude para cada par de estrelas com a fórmula (25);
- c) calcula-se a latitude astronômica para cada conjunto de observações (uma noite) pela média aritmética dos valores encontrados em b);
- d) calcula-se a latitude astronômica final pela média ponderada das médias obtidas em c), com peso igual

ao número de observações.

5.7 RESULTADOS

Foram observados 33 pares com o teodolito Wild T2 e 38 pares com o teodolito Wild T4.

A latitude astronômica média encontrada foi:

com o T2

$$\phi = - 25^{\circ} 26' 56,009'' \pm 0,355''$$

com o T4

$$\phi = - 25^{\circ} 26' 56,681'' \pm 0,113''$$

Devendo-se observar que os valores do erro médio quadrático apresentados, não são muito significativos, pois como foi salientado nos capítulos anteriores, nós, por falta de vivência, apesar de estribados em publicações referenciadas, desprezamos várias correções que, em trabalhos futuros, não mais o faremos, tendo em vista que o acréscimo de serviço é insignificante em relação à confiabilidade e correção resultantes.

CONCLUSÃO

6.1 Os trabalhos efetuados e os resultados obtidos nos levaram às seguintes recomendações e conclusões:

a) recomendações:

- 1 - as miras de referência de azimute precisam ser prévia e cuidadosamente estabelecidas, com especial atenção à visibilidade, pontaria, acesso, iluminação e continuidade;
- 2 - na determinação do meridiano, o método de Estrelas em Elongação mostrou-se satisfatório, porém, serão necessárias outras determinações, com métodos próprios para segunda ordem, para podermos dizer se realmente o método é ou não adequado;
- 3 - as equipes de trabalho devem ser treinadas como equipe, coesas e dispostas a trabalhar em dias e horários quaisquer;
- 4 - Na elaboração de programas, o fato de se possuir um APFS do ano, facilita bastante.

b) conclusões:

- 1 - comparando-se os resultados da latitude astronômica obtidos:

$$T2 \rightarrow \phi = - 25^{\circ} 26' 56,009'' \pm 0,355''$$

$$T4 \rightarrow \phi = - 25^{\circ} 26' 56,681'' \pm 0,113''$$

vemos que os resultados com o T2 são coerentes, comparados com os resultados do T4, apesar da inexperiência da equipe;

- 2 - o teodolito T4, mesmo com métodos e cuidados pertinentes às determinações de segunda ordem, fornece resultados de primeira ordem.

6.2 QUADRO RESUMO DAS DETERMINAÇÕES REALIZADAS

DETERMINAÇÃO	MÉTODO	EQ	RESULTADO
Long. Geod.	Carta 1:5000	Régua e Compasso	$\lambda = 03h 16m 55,34sW$
Lat. Geod.	Carta 1:5000		$\phi = -25^\circ 26' 53,67''$
Lat. Ast.	Pass. Merid. do Sol	T2	$\phi = -25^\circ 26' 39,89'' \pm 3,1''$
Azimute Ast.	Dist. Zen.do Sol	T2	
Mira 1			$A_1 = 21^\circ 16' 04,7'' \pm 7,8''$
Mira 2			$A_2 = 86^\circ 06' 05,3'' \pm 7,5''$
Mira 3			$A_3 = 87^\circ 34' 19,5'' \pm 7,7''$
Azimute Ast.	Astro em Elong.	T2	
Mira 1			$A_1 = 21^\circ 16' 28,61'' \pm 0,78''$
Mira 2			$A_2 = 86^\circ 06' 16,32'' \pm 0,79''$
Lat. Ast.	Sterneck	T2	$\phi = -25^\circ 26' 56,009'' \pm 0,355''$
Lat. Ast.	Sterneck	T4	$\phi = -25^\circ 26' 56,681'' \pm 0,113''$

6.3 RESUMO DOS RESULTADOS OBTIDOS COM O TEODOLITO T2				
DATA	PAR	ϕ	[V]	[PVV]
		- 25° 26'		
		"		
18/11/78	1	56,565	0,556	0,309
	2	57,048	1,039	1,079
P = 4	3	59,267	3,258	10,615
	4	53,791	- 2,218	4,919
27/11/78	1	56,384	0,375	0,141
	2	54,214	- 1,795	3,222
	3	52,961	- 3,048	9,290
	4	57,645	1,636	2,677
	5	53,235	- 2,774	7,694
	6	58,947	2,938	8,632
P = 18	7	54,943	- 1,066	1,136
	8	59,331	3,322	11,036
	9	57,492	1,483	2,200
	10	56,168	0,159	0,025
	11	58,886	2,877	8,278
	12	55,453	- 0,556	0,309
	13	55,693	- 0,316	0,100
	14	53,951	- 2,058	4,235
	15	59,279	3,270	10,693
	16	55,884	- 0,125	0,015
	17	55,929	- 0,080	0,006
	18	52,990	- 3,019	9,114
28/11/78	1	55,216	- 0,793	0,629
	2	58,870	2,861	8,186
	3	55,408	- 0,601	0,361
	4	54,745	- 1,264	1,597
P = 11	5	56,563	0,554	0,307
	6	53,257	- 2,752	7,573
	7	53,985	- 2,024	4,096
	8	54,992	- 1,017	1,034
	9	56,665	0,656	0,430
	10	58,824	2,815	7,925
	11	54,610	- 1,399	1,957
Soma 33xP		25820,099		1861,214

$$\sigma = \sqrt{\frac{[PVV]}{[P] (n-1)}}$$

n = nº de pares.

P = Peso.

$$\sigma = \pm 0,355$$

Valor máximo obtido: - 25° 26' 59,33"
 Valor mínimo obtido: - 25° 26' 52,961"
 Diferença em segundos: 6,370"

Valor mais provável obtido com o T2: $\phi = -25^\circ 26' 56,009'' \pm 0,355''$

6.4 RESUMO DOS RESULTADOS OBTIDOS COM O TEODOLITO T4				
D A T A	PAR	ϕ	[V]	[PVV]
		- 25° 26'		
12/12/78	1	56,090	- 0,591	2,796
	2	55,577	- 1,104	9,754
	3	56,965	0,284	0,644
	4	56,369	- 0,312	0,780
P = 8	5	57,352	0,671	3,600
	6	56,593	- 0,088	0,062
	7	56,120	- 0,561	2,519
	8	55,597	- 1,084	9,404
17/12/78	1	57,026	0,345	1,308
	2	57,151	0,470	2,428
	3	56,545	- 0,136	0,204
	4	55,569	- 1,112	13,106
P = 11	5	56,639	- 0,042	0,019
	6	56,768	0,087	0,083
	7	56,467	- 0,214	0,505
	8	56,465	- 0,216	0,514
	9	56,733	0,052	0,029
	10	57,467	0,786	6,792
	11	55,750	0,931	9,538
18/12/78	1	57,512	0,831	7,593
	2	57,125	0,444	2,167
	3	57,876	1,195	15,703
	4	56,678	- 0,003	0,000
P = 11	5	57,718	1,037	11,825
	6	56,368	- 0,313	1,079
	7	56,137	- 0,544	3,257
	8	57,367	- 0,686	5,174
	9	57,228	0,547	3,289
	10	55,819	- 0,862	8,177
	11	57,703	1,022	11,485
20/12/78	1	55,199	- 1,482	17,575
	2	56,601	- 0,080	0,051
	3	56,457	- 0,224	0,402
	4	57,498	0,817	5,337
P = 8	5	56,667	- 0,014	0,002
	6	56,700	0,019	0,003
	7	55,298	- 1,383	15,306
	8	57,148	0,467	1,743
Soma x P		20.972,039		174,756
		$\sigma = \sqrt{\frac{[PVV]}{[P] (n-1)}}$	P = Peso n = N° de pares	
		$\sigma = \pm 0,113''$		
		Valor máximo obtido:	- 25° 26' 57,876''	
		Valor mínimo Obtido:	- 25° 26' 55,199''	
		Diferença em segundos:	2,677''	
		Valor mais provável obtido com o T4: ϕ -25° 26' 56,681'' $\pm 0,113''$		

A P Ê N D I C E I

1. DETERMINAÇÃO DA SENSIBILIDADE DO NÍVEL DO CÍRCULO VERTICAL

1.1 Legenda dos quadros de registro e cálculos que se seguem:

COLUNA

DISCRIMINAÇÃO

1	Leitura do círculo vertical (segundos) α ;
2	Variação em inclinação ($\alpha_{i+1} - \alpha_i$);
3	Leitura do nível: lado esquerdo;
4	Leitura do nível: lado direito;
5	Inclinação do nível (em unidade da escala do nível) d_i ;
6	Deslocamento da bolha do nível ($d_{i+1} - d_i$)
7	Metade da sensibilidade do nível = $\frac{\pi''}{2} = \left| \frac{\alpha_{i+1} - \alpha_i}{d_{i+1} - d_i} \right|$ ;

Colunas de (1 a 7) : rotação do parafuso do nível no sentido levôgiro;

Colunas de (8 a 14): rotação do parafuso do nível no sentido dextrôgiro;

15 Médias dos valores individuais observados: $1/2 (7 + 14)$;

16 Desvio dos valores individuais em relação ao valor médio total.

1.2 PRIMEIRA DETERMINAÇÃO DA SENSIBILIDADE DO NÍVEL DO CÍRCULO VERTICAL

Teodolito Wild T4 Nº 138349

Data: 15/12/78

Operador: MILTON

Auxiliar: NELSY

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
31.4		1.6	11.9	-10.3			32.4		0.9	12.8	-11.9				
	-2.7				2.5	1.08"		1.9				-3.9	0.49	0.78	0.13
28.7		2.9	10.7	-7.8			30.5		2.9	10.9	-8.0				
	-3.7				6.2	0.60		5.0				-6.1	0.82	0.71	0.06
25.0		5.9	7.5	-1.6			25.5		5.9	7.8	-1.9				
	-2.4				2.7	0.89		2.5				-3.9	0.64	0.76	0.11
22.6		7.3	6.2	1.1			23.0		7.8	5.8	2.0				
	-3.0				3.2	0.94		4.1				-4.9	0.84	0.89	0.24
19.6		8.9	4.6	4.3			18.9		10.2	3.3	6.9				
	-2.6				6.3	0.41		1.2				-2.6	0.46	0.43	-0.21
17.0		12.0	1.4	10.6			17.7		11.5	2.0	9.5				
	-1.4				2.8	0.50		1.8				-2.9	0.62	0.56	-0.08
15.6		13.4	0.0	13.4			15.9		13.0	0.6	12.4				

Valor médio = $\frac{\pi}{2} = 0,69'' \pm 0,07''$

Sensibilidade do nível $\pi = 1,39''$

1.3 SEGUNDA DETERMINAÇÃO DA SENSIBILIDADE DO NÍVEL DO CÍRCULO VERTICAL

Teodolito Wild T4 N° 138349

Data: 15/12/78

Operador: MILTON

Auxiliar: NELSY

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
31.4		1.7	11.9	-10.2			31.6		0.8	13.0	-12.2				
	-1.2				2.5	0.48''		+0.7				-4.4	0.16''	0.32''	-0.37
30.2		3.0	10.7	-7.7			30.9		3.0	10.8	-7.8				
	-2.0				1.9	1.05		+3.8				-4.1	0.93	0.99	+0.30
28.2		4.0	9.8	-5.8			27.1		5.0	8.7	-3.7				
	-2.5				2.9	0.86		+1.3				-2.0	0.65	0.75	0.05
25.7		5.3	8.2	-2.9			25.8		6.0	7.7	-1.7				
	-1.8				3.2	0.56		+2.6				-3.9	0.67	0.61	-0.08
23.9		7.0	6.7	0.3			23.2		8.0	5.8	2.2				
	-2.1				3.6	0.58		+1.8				-2.1	0.86	0.72	0.02
21.8		8.8	4.9	3.9			21.4		9.0	4.7	4.3				
	-2.7				3.3	0.82		+2.0				-2.2	0.91	0.86	0.16
19.1		10.3	3.1	7.2			19.4		10.0	3.5	6.5				
	-4.1				6.5	0.63		2.6				-4.2	0.62	0.62	-0.07
15.0		13.7	0.0	13.7			16.8		12.1	1.4	10.7				

$$\text{Valor médio} = \frac{\pi}{2} = 0,69'' \pm 0,08''$$

$$\text{Valor mais provável} = \frac{\pi''}{2} = 0,69 \pm 0,07$$

$$\text{Sensibilidade do nível} = \pi = 1,59''$$

A P Ê N D I C E I I

1. DETERMINAÇÃO DA LATITUDE ASTRONÔMICA PELA PASSAGEM MERIDIANA DO SOL

Teodolito T2 N° 101327

Operador: MILTON

CÁLCULOS \ DATA	02/10/78	30/10/78	01/11/78	02/11/78	03/11/78
Hora legal de passagem	12h 06m 00s	12h 01m 21,0s	12 01m 03,2s	12h 00m 50,0s	12h 00m 51,9s
Leit. Circ. Vertical DV	22° 06' 46,1"	11° 54' 40,9"	11° 16' 16,75"	10° 57' 12,7"	10° 38' 14,9"
$-Z'_o$	5,2"	14,00"	14,00"	14,00"	14,00"
$Z' = DV + Z_o$	22° 06' 40,9"	11° 54' 26,9"	11° 16' 02,75"	10° 56' 58,7"	10° 38' 00,9"
Temperatura °C	20°	26,7°	24,6°	25°	22,4°
Pressão mm Hg	690	684,3	686,7	688,9	685,2
Correções C_T	0,966	0,945	0,952	0,950	0,958
C_B	0,907	0,901	0,903	0,905	0,902
R_m	23,5"	12,2"	11,5"	10,8"	10,9"
$R = R_m \times C_T \times C_B$	20,59"	10,4"	9,9"	9,6"	9,4"
$A = Z' + R$	22° 07' 01,08"	11° 54' 51,3"	11° 16' 12,7"	10° 57' 08,3"	10° 38' 10,3"
$P = 8,798 \times \text{sen}(Z')$	3,31"	1,81"	1,72"	1,67"	1,62"
sd	16'03"	16'07,8"	16' 08,4"	16' 08,6"	16' 08,9"
$Z = A - p - \text{sd}(\text{bordo inf.})$	21°50' 54,8"	11°38' 41,66"	11°00' 02,55"	10°40' 58,06"	10°21' 59,77"
$\Delta \delta_o$	-58,2"	-49,5"	-48,4"	-47,8"	-47,2"
δ_o	-3° 21' 00,0"	-13° 35' 27"	-14° 14' 37"	-14° 33' 51"	-14°52' 52"
$(H_L + F) \Delta \delta_o$	-14' 38,82"	-12' 23,61"	-12' 06,85"	-11' 57,66"	-11' 48,68"
$\delta = \delta_o + (H_L + F) \Delta \delta_o$	-03°35' 38,82"	-13°47' 50,61"	-14°26' 43,85"	-14°45' 48,66"	-15°04' 40,68"
$\phi = Z - \delta$	-25°26' 33,62"	-25°26' 32,27"	-25°26' 46,4"	-25°26' 46,72	-25°26' 40,45"

$$\bar{\phi} = -25°26' 39,89'' \pm 3,1''$$

A P P E N D I C E I I I

1. REGISTRO DAS OBSERVAÇÕES

DETERMINAÇÃO DO MERIDIANO POR DISTÂNCIAS ZENITAIS ABSOLUTAS DO SOL

DATA : 11/10/78

TEODOLITO T2 Nº 101327

LOCAL: VÉRTICE ASTRONÔMICO Nº 1

LATITUDE : 25° 26' 32,4''

MIRA	POS	CH LEITURAS DA MIRAS	OBS.:
1	PD	23° 46' 54,8/55,11''	MIRA 1 - PARA-RAIO Mira 2 - LÂMPADA TOPO DO PRÉDIO APT Mira 3 - LÂMPADA TORRE DA IGREJA
	PI	203° 46' 57,3/56,9''	
2	PD	88° 36' 57,3/57,5''	
	PI	268° 36' 55,0/55,0''	
3	PD	90° 05' 09,5/09,8''	
	PI	270° 05' 10,3/11,5''	

LEITURAS DO SOL

POS	HORA LEGAL	CH	CV	BORDO
PD	14h 16m 39,1s	116° 19' 21/22''	36° 21' 45,5/44,0''	
PI	14 20 54,2	296° 14' 22/22	322° 13' 32,3/31,0''	
PI	14 23 48,9	295 35 17,5/16,0	321° 37' 09/08''	
PD	14 26 17,3	114° 11' 47,0/48,0	38° 21' 49/49''	
PD	14 28 09,0	113° 48' 18,0/20,0	38° 45' 09/08''	
PI	14 30 14,7	294° 12' 37,0/35,0	320° 16' 35/35''	
PI	14 35 51,5	293° 03' 22,2/22,8	319° 05' 26/25,1''	
PD	14 38 44,7	111° 39' 58,7/59,0	40° 59' 39/37''	

Obs: Imagem do Sol projetada.

	INÍCIO	TÉRMINO	MÉDIA
TEMP.	22° C	22,8° C	22,4° C
PRES.	680,3	680,5	680,4 mm Hg

2. CÁLCULOS

CÁLCULOS PARA DETERMINAÇÃO DO MERIDIANO				
DATA: 11/10/78	LOCAL: VERT. ASTR. Nº 1	$\phi_0 = 01h 16m 54,88s$	$\Delta\phi_0 = - 56,7''$	
TEODOLITO T2 101327	LAT : $\phi = -25^{\circ} 28'$	$\delta_0 = 6^{\circ} 48' 10''$	$\Delta\delta_0 = 16' 2,8''$	
	1	2	3	4
1) <u>azimute do astro</u> $Z = Z' + R - p \pm \Delta\delta$	359 59 60,00 DV 36 21 44,75 IV 322 13 31,8 74 08 13,25 Z' = 37 04 06,62	359 59 60,00 38 21 47,00 321 37 08,50 76 44 40,50 38 22 20,28	359 59 60,00 38 45 08,50 320 16 35,00 78 28 73,50 39 14 36,78	359 59 60,00 40 59 38,00 319 05 25,45 81 54 12,55 40 57 06,27
a) $Z' = \frac{360 + DV - IV}{2}$				
b) <u>refração</u> $R = \rho_n \times C_p \times C_T$	R = 37,48"	30,29"	40,51"	43,50"
c) <u>Parallax</u> $p = 8,798 \times \text{sen } Z'$	p = 8,30"	- 8,50"	- 8,56"	- 8,77"
Z =	37° 04' 38,50"	38° 22' 54,04"	39° 18' 11,70"	40° 57' 44,00"
2) <u>cálculo da declinação</u> $\delta = \delta_0 + (HL \cdot F) \Delta\delta_0$ $(HL \cdot F) \Delta\delta_0 =$ $\delta_0 =$ $\delta =$	-0° 16' 21,64" -6° 48' 10,0" -7° 04' 31,64"	-0° 16' 27,57" -6° 48' 10,0" -7° 04' 37,57"	-0° 16' 31,43" -6° 48' 10" -7° 04' 41,43"	-0° 16' 39,15" -6° 48' 10" -7° 04' 49,28"
3) <u>azimute do sol</u> $\cos A_s = \frac{\text{sen } \phi \cos \delta - \text{sen } \delta}{\cos \phi \text{ sen } Z}$ sen $\phi =$ cos $\phi =$ sen $\delta =$ sen $Z =$ cos $Z =$ $A_s =$	-0,429 460 01 0,903 085 59 -0,123 176 38 0,602 893 95 0,797 821 33 113° 46' 12,25"	-0,123 204 899 0,620 897 123 0,783 89 2060 112° 22' 28,64"	-0,123 223 789 0,632 749 253 0,774 356 784 111° 29' 22,33"	-0,123 260 613 0,655 561 271 0,755 141 987 109° 51' 05,31"
4) <u>cálculo da leitura da mira</u> $L_m = \frac{D_1 + D_2}{2} \pm 90^{\circ}$ D > I ϕ D < I ϕ	MIRA 1 = 23° 46' 55,56" MIRA 2 = 88° 36' 56,2" MIRA 3 = 90° 05' 10,27"			
5) <u>cálculo da leitura do astro</u> $L_a = \frac{D_1 + D_2}{2} \pm 90^{\circ}$ L _a =	116 19 21,5 296 14 22,0 412 33 43,8 206 16 61,78 90 116° 16' 51,75	114 11 47,5 295 35 16,78 409 46 64,25 204 53 32,12 90 114° 53' 32,12	113 48 19,0 294 12 36,0 407 60 55,0 204 00 27,5 90 114° 00' 27,5"	111 39 58,83 293 03 27,5 404 42 81,35 202 21 40,67 90 112° 21' 40,67"
6) <u>cálculo do azimute da mira</u> $A_m = L_m + A_s - L_a$ L _m A _m L _a A _m valores médios: $\bar{A}_{m1} = \text{Azimute da Mira 1}$ $\bar{A}_{m2} = \text{Azimute da Mira 2}$ $\bar{A}_{m3} = \text{Azimute da Mira 3}$ L _m A _m L _a A _m L _m A _m L _a A _m	23 46 55,56 113 46 12,25 116 16 51,75 21 16 16,06 $\bar{A}_{m1} = 21^{\circ} 16' 04,68'' \pm 7,82''$ 88 36 56,20 113 46 12,25 116 16 51,75 86 06 16,7 $\bar{A}_{m2} = 86^{\circ} 06' 8,32'' \pm 7,55''$ 90 05 10,27 113 46 12,25 116 16 51,78 87 34 30,77 $\bar{A}_{m3} = 87^{\circ} 34' 19,54'' \pm 7,72''$	23 46 55,56 112 22 28,64 114 53 32,12 21 15 52,04 88 36 56,20 112 22 28,64 114 53 32,12 86 05 52,72 90 05 10,27 112 22 28,64 114 53 32,12 87 34 06,79 	23 46 55,56 111 29 22,33 114 00 27,50 21 15 50,39 88 36 56,20 111 29 22,30 114 00 27,50 86 05 51,00 90 05 10,27 111 29 22,3 114 00 27,5 87 34 05,7 	23 46 55,56 109 51 05,31 112 21 40,67 21 16 20,20 88 36 56,20 109 51 05,30 112 21 40,67 86 06 20,83 90 05 10,27 109 51 05,3 112 21 40,67 87 34 34,90

A P Ê N D I C E I V

1. DETERMINAÇÃO DO AZIMUTE

1.1 REGISTRO DAS OBSERVAÇÕES

Nas folhas que se seguem:

- Obs: a) o número que aparece na descrição do astro é o número do APFS;
- b) as interpolações realizadas na redução ao dia da ascensão reta e da declinação foram efetuadas na HP-30, cujo programa fornece Ao, Zo e HL, portanto, a ascensão reta e a declinação que aparecem na caderneta de registro são os valores não interpolados;
- c) os segundos registrados na caderneta, são valores já interpolados das 1^a e 2^a coincidências feitas;
- d) os cálculos constantes de 1.2 e 1.3, foram realizados na HP-30.

AZIMUTE POR ESTRELA EM ELONGAÇÃO			
LOCAL: PILAR - VÉRTICE ASTRONÔMICO Nº 1			
CENTRO POLITÉCNICO - CURITIBA - PARANÁ - BR			
LAT.: 25° 26' 34,6" (APROX)		DATA: 24/10/78	
LONG.: 03h 17m 06s (APROX)		INÍCIO: 18h 30m	
TEODOLITO WILD T2 Nº 101327		TÉRMINO: continua	
Astros no Hemisfério Sul.			
Obs.: MIRA 3 apagada. O número do astro abaixo é do APFS			
PONTO VISADO	POS	ELEMENTOS DE CALAGEM	CÍRCULO HORIZONTAL
MIRA 1	PD	21° 16' 04,72"	21° 16' 04,72"
	PI		201° 16' 05,90"
MIRA 2	PD		86° 06' 02,0"
	PI		266° 06' 02,0"
ASTRO: η Sco NUM. : 638 MAG. : 3,4 LADO.: W A.R. : 17h 10m 36,53s DECL. -43° 12' 40,34"	Ao	53° 48' 52,17"	53° 48' 37,8"
	Zo	51° 08' 10,50"	
	HL	19h 14m 10,7s	
ASTRO: γ Phe NUM. : 49 MAG. : 3,4 LADO.: E A.R. : 01h 27m 27,83s DECL. -43° 25' 37,06"	Ao	306° 27' 41,06"	306° 27' 24,66"
	Zo	51° 19' 12,10"	
	HL	19h 33m 26,19s	
ASTRO: α Ara NUM. : 651 MAG. : 3,0 LADO.: W A.R. : 17h 30m 10,59s DECL. -49° 51' 36,87"	Ao	45° 33' 07,81"	45° 32' 51,4"
	Zo	55° 48' 24,68"	
	HL	20h 00m 42,9s	
MIRA 1	PD		21° 16' 07,5"
	PI		201° 16' 08,00"
MIRA 2	PD		86° 06' 00,30"
	PI		266° 05' 59,00"
OPERADOR: MILTON		AUXILIAR: EVERALDO	

AZIMUTE POR ESTRELA EM ELONGAÇÃO			
LOCAL: PILAR - VÉRTICE ASTRONÔMICO N° 1			
CENTRO POLITÉCNICO - CURITIBA - PARANÁ - BR			
LAT.: CONTINUAÇÃO		DATA: 24/10/78	
LONG.:		INÍCIO:	
TEODOLITO WILD T2 N°		TÉRMINO: 21,00 h	
Obs.:			
PONTO VISADO	POS	ELEMENTOS DE CALAGEM	CÍRCULO HORIZONTAL
MIRA 1	PD	21° 16' 04,72"	21° 16' 07,5"
	PI		201° 16' 08,0"
MIRA 2	PD		86° 06' 00,3"
	PI		266° 05' 59,0"
ASTRO: γ Apo NUM. : 611 MAG. : 3,9 LADO.: W A.R. : 16h 29m 64,62s DECL.: 78° 50' 68,59"	Ao	12° 21' 46,08"	12° 21' 25,05"
	Zo	64° 01' 51,67"	
	HL	20h 13m 40,5s	
ASTRO: α Tel NUM. : 691 MAG. : 3,8 LADO.: W A.R. : 18h 25m 22,96s DECL.: 45° 58' 51,9"	Ao	50° 18' 40,76"	50° 18' 21,65"
	Zo	53° 18' 48,66"	
	HL	20h 40m 56,4s	
ASTRO: NUM. : MAG. : LADO.: A.R. : DECL.:	Ao		NUVENS
	Zo		
	HL		
MIRA 1	PD		21° 16' 13,15"
	PI		201° 16' 07,20"
MIRA 2	PD		86° 05' 56,75"
	PI		266° 05' 57,85"
OPERADOR: MILTON		AUXILIAR: EVERALDO	

AZIMUTE POR ESTRELA EM ELONGAÇÃO			
LOCAL: PILAR - VÉRTICE ASTRONÔMICO Nº 1			
CENTRO POLITÉCNICO - CURITIBA - PARANÁ - BR			
LAT.: 25° 26' 32,4"		DATA: 02/11/78	
LONG.: 03h 17m 06s		INÍCIO: 19,00 h	
TEODOLITO WILD T2 Nº 101 327		TÉRMINO: continua	
Obs.: MIRA 3 apagada. Astros no Hemisfério Sul.			
PONTO VISADO	POS	ELEMENTOS DE CALAGEM	CÍRCULO HORIZONTAL
MIRA 1	PD		21° 16' 24,7"
	PI		201° 16' 24,9"
MIRA 2	PD		86° 06' 07,3"
	PI		266° 06' 08,0"
ASTRO: α Ara NUM. : 651 MAG. : 2,94 LADO.: W A.R. 17h 30m 10,43s DECL.: -49° 51' 35,6"	Ao	45° 33' 09,244"	45° 33' 07,0"
	Zo	55° 48' 30,482"	
	HL	19h 25m 02,7s	
ASTRO: δ Ara NUM. : 648 MAG. : 3,8 LADO.: W A.R. 17h 29m 8,83s DECL.: -60° 39' 63,89"	Ao	32° 51' 11,625"	32° 51' 06,1"
	Zo	60° 28' 35,523"	
	HL	19h 56m 48,39s	
ASTRO: α Tel NUM. : 691 MAG. : 3,8 LADO.: W A.R. 18h 25m 22,78s DECL.: -45° 58' 51,20"	Ao	50° 18m 41,624"	50° 18' 37,3"
	Zo	53° 18' 55,303"	
	HL	20h 05m 33,52s	
MIRA 1	PD		21° 16' 25,9
	PI		201° 16' 25,0"
MIRA 2	PD		86° 06' 07,75"
	PI		266° 06' 07,9"
OPERADOR: MILTON		AUXILIAR: FERRAZ	

AZIMUTE POR ESTRELA EM ELONGAÇÃO			
LOCAL: PILAR - VÉRTICE ASTRONÔMICO Nº 1			
CENTRO POLITÉCNICO - CURITIBA - PARANÁ - BR			
LAT.: continuação		DATA: 02/11/78	
LONG.:		INÍCIO:	
TEODOLITO WILD T2 Nº 101327		TÉRMINO: 22,00 h	
Obs.:			
PONTO VISADO	POS	ELEMENTOS DE CALAGEM	CÍRCULO HORIZONTAL
MIRA 1	PD		21° 16' 25,9"
	PI		201° 16' 25,0"
MIRA 2	PD		86° 06' 07,75"
	PI		266° 06' 07,9"
ASTRO: η Pav	Ao	28° 13' 40,807"	28° 13' 36,05"
NUM. : 661			
MAG. : 3,6			
LADO.: W	Zo	61° 37' 58,382"	
A.R. 17h 43m 36,68s			
DECL.: -64° 42' 56,30s	HL	20h 21m 16,69s	
ASTRO: α Ret	Ao	329° 16' 36,56"	329° 16' 32,35"
NUM. : 156			
MAG. : 3,4			
LADO.: E	Zo	61° 02' 21,145"	
A.R. : 04h 14m 11,00s			
DECL.: -62° 31' 34,17"	HL	20h 41m 01,93s	
ASTRO:	Ao		NUVENS
NUM. :			
MAG. :	Zo		
LADO.:			
A.R. :			
DECL.:	HL		
MIRA 1	PD		21° 16' 26,0"
	PI		21° 16' 26,2"
MIRA 2	PD		86° 06' 08,1"
	PI		266° 06' 07,9"
OPERADOR: MILTON		AUXILIAR: FERRAZ	

AZIMUTE POR ESTRELA EM ELONGAÇÃO			
LOCAL: PILAR - VÉRTICE ASTRONÔMICO N° 1			
CENTRO POLITÉCNICO - CURITIBA - PARANÁ - BR			
LAT.: 25° 26' 32,4"		DATA: 05/11/78	
LONG.: 03h 17m 06s		INÍCIO: 18h 50m	
TEODOLITO WILD T2 N° 101327		TÉRMINO: <i>continua</i>	
Obs.: Nuvens das 20h 15m às 22h; Ao + 180°; Astros no Hemisfério Sul.			
PONTO VISADO	POS	ELEMENTOS DE CALAGEM	CÍRCULO HORIZONTAL
MIRA 1	PD	201° 16' 24,5"	201° 16' 24,5"
	PI		201° 16' 25,5"
MIRA 2	PD		266° 06' 12,4"
	PI		86° 06' 13,5"
ASTRO: α Ara NUM. : 651 MAG. : 2,9 LADO.: W A.R. 17h 30m 10,74s DECL. +49° 51' 37,71"	Ao	45° 33' 9,764"	225° 33' 05,0"
	Zo	55° 48' 30,3"	
	HL	19h 13m 32,12s	
ASTRO: α Tra NUM. : 625 MAG. : 1,9 LADO.: W A.R. 16h 46m 21,78s DECL. -68° 58' 85,89"	Ao	23° 23' 35,195"	203° 23' 26,95"
	Zo	62° 36' 00,5"	
	HL	19h 22m 11,68s	
ASTRO: γ Aps NUM. : 611 MAG. : 3,9 LADO.: W A.R. 19h 29m 65,04s DECL. -78° 50m 70,33"	Ao	12° 21' 49,7"	192° 21' 44,5"
	Zo	64° 01' 56,1"	
	HL	19h 26m 29,1s	
MIRA 1	PD		201° 16' 26,7"
	PI		21° 16' 27,0"
MIRA 2	PD		266° 06' 12,1"
	PI		86° 06' 14,2"
OPERADOR: MILTON		AUXILIAR: MARLA - PAULO	

AZIMUTE POR ESTRELA EM ELONGAÇÃO			
LOCAL: PILAR - VÉRTICE ASTRONÔMICO N° 1			
CENTRO POLITÉCNICO - CURITIBA - PARANÁ - BR			
LAT.: continuação		DATA: 05/11/78	
LONG.:		INÍCIO:	
TEODOLITO WILD T2 N°		TÉRMINO: continua	
Obs.: Ao + 180° - Astros no Hemisfério Sul.			
PONTO VISADO	POS	ELEMENTOS DE CALAGEM	CÍRCULO HORIZONTAL
MIRA 1	PD		201° 16' 26,7"
	PI		21° 16' 27,0"
MIRA 2	PD		266° 06' 12,1"
	PI		86° 06' 14,2"
ASTRO: λ Hyi NUM. : 146 MAG. : 3,2 LADO.: E A.R. 03h 47m 36,55s DECL. -74° 18' 14,70"	Ao	342° 34' 05,5"	162° 34' 03,6"
	Zo	63° 29' 50,1"	
	HL	19h 36m 15,0s	
ASTRO: δ Ara NUM. : 648 MAG. : 3,8 LADO.: W A.R. 17h 29m 8,957s DECL. -60° 39' 64,01"	Ao	32° 51' 12,268"	212° 51' 5,3"
	Zo	60° 28' 35,0"	
	HL	19h 45m 0,5s	
ASTRO: α Tel NUM. : 691 MAG. : 3,8 LADO.: W A.R. 18h 25' 22,902" DECL. -45° 58' 51,74"	Ao	50° 18' 41,971"	230° 18' 44,6"
	Zo	53° 18' 55,1"	
	HL	19h 53m 45,7s	
MIRA 1	PD		201° 16' 27,2"
	PI		21° 16' 28,5"
MIRA 2	PD		266° 06' 15,2"
	PI		86° 06' 16,0"
OPERADOR: MILTON		AUXILIAR: MARLA - PAULO	

AZIMUTE POR ESTRELA EM ELONGAÇÃO			
LOCAL: PILAR - VÉRTICE ASTRONÔMICO Nº 1			
CENTRO POLITÉCNICO - CURITIBA - PARANÁ - BR			
LAT.: 25° 26' 32,4"		DATA: 06/11/78	
LONG.:		INÍCIO: 19h,20m	
TEODOLITO WILD T2 Nº 101327		TÉRMINO: continua	
Obs.: Ao + 90° - Astro no Hemisfério Sul.			
PONTO VISADO	POS	ELEMENTOS DE CALAGEM	CÍRCULO HORIZONTAL
MIRA 1	PD	111° 16' 24,2"	111° 16' 24,2"
	PI		291° 16' 17,3"
MIRA 2	PD		176° 06' 13,0"
	PI		356° 06' 14,5"
ASTRO: β Ara NUM. : 645 MAG. : 2,8 LADO.: W A.R. 17h 23m 30,168s DECL.-55° 30' 37,875"	Ao	38° 50' 3,453"	128° 49' 59,9"
	Zo	58° 35' 9,982"	
	HL	19h 21m 12,1s	
ASTRO: γ Hyī NUM. : 146 MAG. : 3,2 LADO.: E A.R. 03h 47m 38,814s DECL.-74° 18' 14,70"	Ao	342° 34' 5,774"	72° 33' 56,6"
		63° 29' 50,199"	
	Zo	19h 32m 19,149s	
ASTRO: δ Ara NUM. : 648 MAG. : 3,8 LADO.: W A.R. 17h 29m 8,957 s DECL.-60° 39' 64,01"	Ao	32° 51' 12,482"	122° 51' 14,15"
	Zo	60° 28' 34,977"	
	HL	19h 41m 4,571s	
MIRA 1	PD		11° 16' 26,5"
	PI		291° 16' 19,5"
MIRA 2	PD		176° 06' 16,2"
	PI		356° 06' 12,6"
OPERADOR: MILTON		AUXILIAR: MARLA - PAULO	

AZIMUTE POR ESTRELA EM ELONGAÇÃO			
LOCAL: PILAR - VÉRTICE ASTRONÔMICO Nº 1			
CENTRO POLITÉCNICO - CURITIBA - PARANÁ - BR			
LAT.: continuação		DATA: 05/11/78	
LONG.:		INÍCIO:	
TEODOLITO WILD T2 Nº		TÉRMINO: 23h 30m	
Obs.: Ao + 180° - Astros no Hemisfério Sul			
PONTO VISADO	POS	ELEMENTOS DE CALAGEM	CÍRCULO HORIZONTAL
MIRA 1	PD		201° 16' 27,2"
	PI		21° 16' 28,5"
MIRA 2	PD		266° 06' 15,2"
	PI		86° 06' 16,0"
ASTRO: η Pav NUM. : 661 MAG. : 3,6 LADO.: W A. R. 17h 43m 36,856s DECL.: 64° 42' 57,44"	Ao	28° 13' 44,877"	208° 13' 39,5"
	Zo	61° 37' 58,2"	
	HL	20h 09m 28,8s	
ASTRO: α Ind NUM. : 769 MAG. : 3,2 LADO.: W A. R. 20h 35m 64,369s DECL.: 47° 21' 62,59"	Ao	48° 35' 35,814"	228° 35' 35,9"
	Zo	54° 16' 22,0"	
	HL	22h 09m 39,6s	
ASTRO: α Pav NUM. : 764 MAG. : 2,1 LADO.: W A. R. 20h 23m 57,971s DECL.: 56° 47' 81,7"	Ao	37° 19' 14,260"	217° 19' 17,35"
	Zo	59° 06' 40,1"	
	HL	22h 28m 51,6s	
MIRA 1	PD		201° 16' 26,8"
	PI		21° 16' 26,9"
MIRA 2	PD		266° 06' 16,6"
	PI		86° 06' 17,2"
OPERADOR: MILTON		AUXILIAR: MARLA - PAULO	

AZIMUTE POR ESTRELA EM ELONGAÇÃO			
LOCAL: PILAR - VÉRTICE ASTRONÔMICO N° 1			
CENTRO POLITÉCNICO - CURITIBA - PARANÁ - BR			
LAT.: continuação		DATA: 06/11/78	
LONG.:		INÍCIO:	
TEODOLITO WILD T2 N° 101327		TÉRMINO: continua	
Obs.: Ao + 90°			
PONTO VISADO	POS	ELEMENTOS DE CALAGEM	CÍRCULO HORIZONTAL
MIRA 1	PD		111° 16' 26,5"
	PI		291° 16' 19,5"
MIRA 2	PD		176° 06' 16,2"
	PI		356° 06' 12,6"
ASTRO: α Tel NUM. : 691 MAG. : 3,8 LADO.: W A. R. 18h 25m 22,902s DECL. -45° 58' 51,74"	Ao	50° 18' 42,089"	140° 18' 40,8"
	Zo	53° 18' 55,055"	
	HL	19h 49m 49,761	
ASTRO: η Pav NUM. : 661 MAG. : 3,6 LADO.: W A. R. 17h 43m 36,856s DECL. -64° 42' 57,44"	Ao	28° 13' 41,671"	118° 13' 39,55"
	Zo	61° 37' 58,197"	
	HL	20h 05m 32,9s	
ASTRO: α Ret NUM. : 156 MAG. : 3,4 LADO.: E A. R. 04h 14m 10,852s DECL. -62° 31' 33,23"	Ao	329° 16' 39,72"	59° 16' 22,75"
	Zo	61° 02' 21,789"	
	HL	20h 25m 18,27s	
MIRA 1	PD		111° 16' 23,2"
	PI		291° 16' 18,4"
MIRA 2	PD		176° 06' 11,5"
	PI		356° 06' 15,2"
OPERADOR: MILTON		AUXILIAR: MARLA - PAULO	

AZIMUTE POR ESTRELA EM ELONGAÇÃO			
LOCAL: PILAR - VÉRTICE ASTRONÔMICO Nº 1			
CENTRO POLITÉCNICO - CURITIBA - PARANÁ - BR			
LAT.: continuação		DATA: 06/11/78	
LONG.:		INÍCIO:	
TEODOLITO WILD T2 Nº 101327		TÉRMINO: 22h 30m	
Obs.: Ao + 90°; Nuvens a partir das 21h 50m			
PONTO VISADO	POS	ELEMENTOS DE CALAGEM	CÍRCULO HORIZONTAL
MIRA 1	PD		111° 16' 23,2"
	PI		291° 16' 18,4"
MIRA 2	PD		176° 06' 11,5"
	PI		356° 06' 15,2"
ASTRO: α Dor NUM. : 171 MAG. : 3,5 LADO.: E A.R. 04h 33m 33,731s DECL.: 55° 05' 14,62"	Ao	320° 40' 13,669"	50° 40' 05,05"
	Zo	58° 24' 24,792"	
	HL	21h 04m 46,286s	
ASTRO: α Hor NUM. : 155 MAG. : 3,8 LADO.: E A.R. 04h 13m 19,09s DECL.: 42° 20' 43,44"	Ao	305° 04' 6,895"	35° 03' 42,6"
	Zo	50° 22' 29,232"	
	HL	21h 32m 49,81s	
ASTRO: β Dor NUM. : 212 MAG. : 3,8 LADO.: E A.R. 05h 33m 28,121s DECL.: 62° 30' 6,17"	Ao	392° 14' 59,011"	59° 14' 45,3"
	Zo	61° 01' 56,578"	
	HL	21h 44m 26,329s	
MIRA 1	PD		111° 16' 23,5"
	PI		291° 16' 27,0"
MIRA 2	PD		176° 06' 11,5"
	PI		356° 06' 15,2"
OPERADOR: MILTON		AUXILIAR: MARLA - PAULO	

1.2 CÁLCULOS EFETUADOS PARA A DETERMINAÇÃO DO AZIMUTE DA MIRA 1

<u>AZIMUTES ENCONTRADOS</u>			V	VV
°	'	"		
21	16	22.110	-6.500	42.250
21	16	24.140	-4.470	19.981
21	16	24.150	-4.460	19.892
21	16	28.770	0.160	0.026
21	16	26.850	-1.760	3.098
21	16	27.690	-0.920	0.846
21	16	38.970	2.360	5.570
21	16	29.770	1.160	1.346
21	16	30.210	1.600	2.560
21	16	29.660	1.050	1.103
21	16	31.630	3.020	9.120
21	16	35.160	6.550	42.903
21	16	32.340	3.730	13.913
21	16	28.770	0.160	0.026
21	16	33.870	5.260	27.668
21	16	24.240	-4.370	19.097
21	16	32.250	3.640	13.250
21	16	26.780	-1.830	3.349
21	16	23.780	-4.830	23.329
21	16	25.800	-2.810	7.896
21	16	31.520	2.910	8.468
21	16	23.540	-5.070	25.705
21	16	24.370	-4.240	17.978
21	16	30.870	2.260	5.108
21	16	36.010	7.400	54.760

MÉDIA 21° 16' 28,61"

DESVIO PADRÃO DA MÉDIA = 0.78

(EM SEGUNDOS DE ARCO)

1.3 CÁLCULOS EFETUADOS PARA A DETERMINAÇÃO DO AZIMUTE DA MIRA 2

AZIMUTES ENCONTRADOS			V	VV
°	'	"		
86	6	14.020	-2.297	5.277
86	6	16.050	-0.267	0.071
86	6	16.060	-0.257	0.066
86	6	20.680	4.363	19.034
86	6	18.760	2.443	5.967
86	6	10.060	-6.257	39.153
86	6	13.340	-2.977	8.864
86	6	12.140	-4.177	17.449
86	6	12.580	-3.737	13.967
86	6	12.030	-4.287	18.380
86	6	19.320	3.003	9.017
86	6	22.850	6.533	42.677
86	6	20.030	3.713	13.785
86	6	16.460	0.143	0.020
86	6	21.560	5.243	27.487
86	6	11.930	-4.387	19.248
86	6	19.940	3.623	13.125
86	6	14.470	-1.847	3.412
86	6	11.470	-4.847	23.495
86	6	17.050	0.733	0.537
86	6	22.770	6.453	41.639
86	6	11.830	-4.487	20.135
86	6	14.790	-1.527	2.332
86	6	15.620	-0.697	0.486
86	6	22.120	5.803	33.672

MÉDIA 86° 6' 16.32"

DESVIO PADRÃO DA MÉDIA = 0.79

(EM SEGUNDOS DE ARCO)

A P E N D I C E V

1. DETERMINAÇÃO DA LATITUDE - MÉTODO DE STERNECK

1.1 REGISTRO DAS OBSERVAÇÕES

Deixamos de anexar as anotações das observações com os teodolitos T2 e T4 para não avolumar mais este trabalho.

1.2 REDUÇÃO E CÁLCULO DA LATITUDE

Nas páginas que se seguem contendo:

- a) correção da refração;
- b) cálculo da latitude para cada par de estrelas.

CORREÇÃO DA REFRAÇÃO

Data 18 / 11 / 1978.

Teodolito T2 N°101327

Estrela APFS N°	1605 culm. par S 1	1607 culm. par N 1	879 culm. par S 2	1612 culm. par N 2
Z ₀	19° 54' 30"	19° 16' 49,6"	07° 12' 21,8"	05° 13' 24,6"
R _m (tabela)	20,97	20,25	07,32	05,29
Pressão (mmHg)	681,88	681,88	681,95	682,18
C _B (tabela)	0,897	0,897	0,897	0,898
Temp. °C	24,5	24,4	24,4	24,4
C _T (tabela)	0,952	0,952	0,952	0,952
R = R _m · C _B · C _T	17,91	17,29	06,251	4,522
Z = Z ₀ + R	19° 54' 47,907"	19° 17' 06,892"	07° 12' 28,051"	05° 13' 29,122"

Estrela APFS N°	1630 culm. par N 3	012 culm. par S 3	03 culm. par S 4	09 culm. par N 4
Z ₀	19° 18' 41,6"	16° 58' 05,2"	20° 24' 40,9"	16° 30' 06,4"
R _m (tabela)	20,29	17,67	21,550	17,15
Pressão (mmHg)	682,55	682,63	682,63	682,70
C _B (tabela)	0,898	0,898	0,898	0,899
Temp. °C	23,5	23,5	23,5	23,5
C _T (tabela)	0,954	0,954	0,954	0,954
R = R _m · C _B · C _T	17,382	15,138	18,467	14,709
Z = Z ₀ + R	19° 18' 58,982"	16° 58' 20,338"	20° 24' 50,367"	16° 30' 21,109"

CORREÇÃO DA REFRAÇÃO

Data 18 / 11 /1978.

Teodolito T2 N° 101327

Estrela APFS N°	culm. par		culm. par		culm. par		culm. par	
	22	N 5	35	S 5	40	N 6	49	S 6
Z ₀	07° 20' 33,8"		04° 01' 48,3"		15° 08' 52"		17° 58' 25"	
R _m (tabela)	07,46		4,08		15,68		18,79	
Pressão (mmHg)	682,70		682,70		682,70		682,70	
C _B (tabela)	0,899		0,899		0,899		0,899	
Temp. °C	23		23		22,8		22,8	
C _T (tabela)	0,956		0,956		0,957		0,957	
R = R _m · C _B · C _T	6,411		3,506		13,490		16,166	
Z = Z ₀ + R	07° 20' 40,211"		04° 01' 51,806"		15° 09' 05,490"		17° 58' 41,166"	

Estrela APFS N°	culm. par		culm. par		culm. par	culm. par
	54	S 7	60	N 7		
Z ₀	31° 53' 14"		34° 29' 25"			
R _m (tabela)	36,015		39,77			
Pressão (mmHg)	682,70		683,00			
C _B (tabela)	0,899		0,899			
Temp. °C	22,6		22,6			
C _T (tabela)	0,958		0,958			
R = R _m · C _B · C _T	31,018		34,25			
Z = Z ₀ + R	31° 54' 45,018"		34° 29' 59,251"			

CÁLCULO DA LATITUDE

Par Nº	1	2 R	3	4
1 δN	- 06º 09' 43,887"	- 20º 12' 59,481"	- 06º 07' 51,687"	- 08º 56' 27,193"
2 δS	- 45º 21' 50,203"	- 32º 38' 55,865"	- 42º 25' 23,765"	- 45º 51' 60,598"
3 $1/2 (\delta N + \delta S)$	- 25º 45' 47,045"	- 26º 25' 57,673"	- 24º 16' 37,726"	- 27º 24' 13,896"
4 Z_N	19º 17' 06,892"	05º 13' 29,122"	19º 18' 58,982"	16º 30' 21,109"
5 Z_S	19º 54' 47,907"	07º 12' 28,051"	16º 58' 20,338"	20º 24' 50,367"
6 $1/2 (Z_S - Z_N)$	18' 50,507"	0º 59' 29,464"	- 01º 10' 19,322"	01º 57' 14,629"
7 $\phi = 3 + 6$	- 25º 26' 56,565"	- 25º 26' 28,209"	- 25º 26' 57,048"	- 25º 26' 59,267"

Par Nº	5 R	6	7 R	
1 δN	- 18º 06' 11,717"	- 10º 17' 39,801"	+ 09º 03' 07,884"	
2 δS	- 29º 28' 23,538"	- 43º 25' 43,432"	- 57º 20' 49,227"	
3 $1/2 (\delta N + \delta S)$	- 23º 47' 17,628"	- 26º 51' 41,629"	- 24º 08' 50,668"	
4 Z_N	07º 20' 40,211"	15º 09' 05,490"	34º 29' 59,251"	
5 Z_S	04º 01' 51,806"	17º 58' 41,166"	31º 54' 45,018"	
6 $1/2 (Z_S - Z_N)$	- 01º 39' 24,202"	01º 24' 47,838"	- 01º 17' 37,116"	
7 $\phi = 3 + 6$	- 25º 26' 41,831"	- 25º 26' 53,791"	- 25º 26' 27,785"	

R = Recusado

CORREÇÃO DA REFRAÇÃO

Data 27 / 11 / 1978.

Teodolito T2 Nº 101327

Estrela APFS Nº	82	culm. par S 1	1072	culm. par N 1	1075	culm. par S 2	104	culm. par N 2
Z ₀		26º 09' 22,8"		30º 56' 23,4"		14º 29' 41,35"		16º 27' 31,8"
R _m (tabela)		28,44		34,70		14,97		17,11
Pressão (mmHg)		684,505		684,505		684,505		684,505
C _B (tabela)		0,9005		0,9005		0,9005		0,9005
Temp. °C		18,8		18,8		18,8		18,8
C _T (tabela)		0,970		0,970		0,970		0,970
R = R _m · C _B · C _T		24,842		30,310		13,076		14,945
Z = Z ₀ + R		26º 09' 47,642"		30º 56' 53,710"		14º 29' 54,426"		16º 27' 46,745"

Estrela APFS Nº	97	culm. par N 3	101	culm. par S 3	1091	culm. par N 4	119	culm. par S 4
Z ₀		11º 29' 39"		07º 02' 45,9"		16º 32' 39,0"		17º 41' 49,75"
R _m (tabela)		11,77		7,155		17,20		18,45
Pressão (mmHg)		684,505		684,505		684,430		684,430
C _B (tabela)		0,9005		0,9005		0,9004		0,9004
Temp. °C		18,8		18,8		18,5		18,5
C _T (tabela)		0,970		0,970		0,971		0,971
R = R _m · C _B · C _T		10,281		6,250		15,038		16,131
Z = Z ₀ + R		11º 29' 49,281"		07º 02' 52,150"		16º 32' 54,038"		17º 41' 65,881"

CORREÇÃO DA REFRAÇÃO

Data 27 / 11 / 1978. Teodolito T₂ N° 101327

Estrela APFS N°	123 culm. par N 5	141 culm. par S 5	127 culm. par N 6	143 culm. par S 6
Z ₀	35° 05' 39,8"	39° 24' 49,9"	15° 54' 41,2"	10° 48' 46,1"
R _m (tabela)	40,67	47,55	16,51	12,11
Pressão (mmHg)	684,430	684,430	684,430	684,430
C _B (tabela)	0,9004	0,9004	0,9004	0,9004
Temp. °C	18,5	18,5	18,5	18,5
C _T (tabela)	0,971	0,971	0,971	0,971
R = R _m · C _B · C _T	35,557	41,572	14,435	10,588
Z = Z ₀ + R	35° 05' 75,357"	39° 24' 91,472"	15° 54' 55,635"	10° 48' 56,688"

Estrela APFS N°	150 culm. par N 7	156 culm. par S 7	1121 culm. par S 8	172 culm. par N 8
Z ₀	37° 51' 55,0"	37° 04' 01,2"	08° 36' 48,05"	11° 05' 56,5"
R _m (tabela)	45,00	43,72	8,76	11,36
Pressão (mmHg)	684,430	684,430	684,430	684,430
C _B (tabela)	0,9004	0,9004	0,9004	0,9004
Temp. °C	18,5	18,5	18,5	18,5
C _T (tabela)	0,971	0,971	0,971	0,971
R = R _m · C _B · C _T	39,343	38,224	7,659	9,932
Z = Z ₀ + R	37° 51' 94,343"	37° 04' 39,424"	08° 36' 55,709"	11° 05' 66,432"

. CORREÇÃO DA REFRAÇÃO

Data 27 / 11 / 1978.

Teodolito T2 N° 101327

Estrela APFS N°	171 culm. par S 9	176 culm. par N 9	186 culm. par N 10	197 culm. par S 10
Z ₀	29° 37' 47,8"	22° 08' 47,25"	03° 02' 47,2"	09° 27' 49,05"
R _m (tabela)	32,92	23,56	3,09	9,65
Pressão (mmHg)	684,430	684,430	684,430	684,430
C _B (tabela)	0,9004	0,9004	0,9004	0,9004
Temp. °C	18,5	18,5	18,5	18,5
C _T (tabela)	0,971	0,971	0,971	0,971
R = R _m · C _B · C _T	28,782	20,598	2,702	8,437
Z = Z ₀ + R	29° 37' 76,582"	22° 08' 67,848"	03° 02' 49,902"	09° 27' 57,487"

Estrela APFS N°	1144 culm. par N 11	215 culm. par S 11	201 culm. par N 12	1156 culm. par S 12
Z ₀	09° 12' 53,75"	08° 37' 57,45"	31° 46' 05,5"	30° 42' 49"
R _m (tabela)	9,40	8,79	35,85	34,39
Pressão (mmHg)	684,430	684,430	684,430	684,430
C _B (tabela)	0,9004	0,9004	0,9004	0,9004
Temp. °C	18,0	18,0	17,5	17,5
C _T (tabela)	0,9726	0,9726	0,974	0,974
R = R _m · C _B · C _T	8,232	7,698	31,440	30,160
Z = Z ₀ + R	09° 12' 61,982"	08° 37' 65,148"	31° 46' 36,940"	30° 42' 79,160"

. CORREÇÃO DA REFRAÇÃO

Data 27 / 11 / 1978.

Teodolito T2 Nº 101327

Estrela APFS Nº	207	culm. par N 13	1160	culm. par S 13	209	culm. par N 14	229	culm. par S 14
Z ₀		07º 36' 23,6"		09º 49' 55,0"		19º 31' 00"		17º 21' 41,2"
R _m (tabela)		7,735		10,04		20,52		18,102
Pressão (mmHg)		684,430		684,430		684,430		684,430
C _B (tabela)		0,9004		0,9004		0,9004		0,9004
Temp. °C		17,5		17,5		17,5		17,5
C _T (tabela)		0,974		0,974		0,974		0,974
R = R _m · C _B · C _T		6,784		8,805		17,996		15,875
Z = Z ₀ + R		07º 36' 30,384"		09º 49' 63,805"		19º 31' 17,996"		17º 21' 57,075"

Estrela APFS Nº	219	culm. par N 15	223	culm. par S 15	240	culm. par S 16	249	culm. par N 16
Z ₀		10º 36' 53,9"		10º 02' 12,4"		04º 36' 05,8"		02º 29' 59,9"
R _m (tabela)		10,86		10,25		4,66		2,53
Pressão (mmHg)		684,205		684,205		684,130		684,130
C _B (tabela)		0,9002		0,9002		0,9001		0,9001
Temp. °C		17,5		17,5		17,5		17,5
C _T (tabela)		0,974		0,974		0,974		0,974
R = R _m · C _B · C _T		9,522		8,987		4,085		2,218
Z = Z ₀ + R		10º 36' 63,422"		10º 02' 21,387"		04º 36' 9,885"		02º 29' 62,118"

. CORREÇÃO DA REFRAÇÃO

Data 27 / 11 /1978.

Teodolito T 2 N° 101327

Estrela APFS N°	243 culm. par N 17	1130 culm. par S 17	246 culm. par N 18	252 culm. par S 18
Z ₀	07° 29' 59,45"	07° 01' 52,95"	20° 41' 30,25"	17° 43' 17,25"
R _m (tabela)	7,62	7,15	23,03	18,505
Pressão (mmHg)	684,130	684,130	684,130	684,130
C _B (tabela)	0,9001	0,9001	0,9001	0,9001
Temp. °C	17,0	17,0	17,0	17,0
C _T (tabela)	0,976	0,976	0,976	0,976
R = R _m · C _B · C _T	6,694	6,281	20,232	16,257
Z = Z ₀ + R	07° 29' 66,144"	07° 01' 59,231"	20° 41' 50,482"	17° 43' 33,507"

Estrela APFS N°	1174 culm. par N 19	262 culm. par S 19	culm. par	culm. par
Z ₀	32° 47' 02,05"	36° 27' 22,95"		
R _m (tabela)	37,04	42,76		
Pressão (mmHg)	684,430	684,430		
C _B (tabela)	0,9001	0,9001		
Temp. °C	17,0	17,0		
C _T (tabela)	0,976	0,976		
R = R _m · C _B · C _T	32,540	37,565		
Z = Z ₀ + R	32° 47' 32,745"	36° 27' 60,515"		

. CÁLCULO DA LATITUDE

Par N°	1	2	3	4
1 δN	05º 29' 63,297"	- 08º 58' 60,265"	- 13º 56' 58,678"	- 08º 53' 57,811"
2 δS	- 51º 36' 49,997"	- 39º 56' 55,846"	- 32º 29' 50,112"	- 43º 08' 69,320"
3 $1/2 (\delta N + \delta S)$	23º 03' 23,35"	- 24º 27' 58,055"	- 23º 13' 24,395"	- 26º 01' 33,566"
4 Z_N	30º 56' 53,710"	16º 27' 46,745"	11º 29' 49,281"	16º 32' 54,038"
5 Z_S	26º 09' 47,642"	14º 29' 54,426"	07º 02' 52,150"	17º 41' 65,881"
6 $1/2 (Z_S - Z_N)$	- 02º 23' 33,034"	- 00º 58' 56,159"	- 02º 13' 28,565"	00º 34' 35,921"
7 $\phi = 3 + 6$	- 25º 26' 56,384"	- 25º 26' 54,214"	- 25º 26' 52,961"	- 25º 26' 57,645"

Par N°	5	6	7	8
1 δN	09º 39' 32,180"	- 9º 31' 50,277"	12º 25' 49,213"	- 14º 20' 46,156"
2 δS	- 64º 52' 34,719"	- 36º 15' 57,022"	- 62º 31' 44,178"	- 34º 03' 61,782"
3 $1/2 (\delta N + \delta S)$	- 27º 36' 31,27"	- 22º 53' 53,649"	- 25º 02' 57,483"	- 24º 12' 23,969"
4 Z_N	35º 05' 75,357"	15º 54' 55,635"	37º 51' 94,343"	11º 05' 66,432"
5 Z_S	39º 24' 91,427"	10º 48' 56,688"	37º 04' 39,424"	08º 36' 55,709"
6 $1/2 (Z_S - Z_N)$	02º 09' 38,035"	- 02º 32' 59,473"	- 00º 23' 57,459"	01º 14' 35,361"
7 $\phi = 3 + 6$	- 25º 26' 53,235"	- 25º 26' 58,947"	- 25º 26' 54,943"	- 25º 26' 59,331"

. CÁLCULO DA LATITUDE

Par N°	9	10	11	12
1 δN	- 03º 17' 25,144"	- 22º 23' 60,242"	- 16º 13' 52,242"	06º 19' 46,929"
2 δS	- 55º 05' 38,578"	- 34º 54' 59,677"	- 34º 04' 68,696"	- 56º 10' 20,054"
3 $1/2 (\delta N + \delta S)$	- 29º 11' 31,861"	- 28º 39' 29,96"	- 25º 09' 30,469"	- 24º 55' 16,563"
4 Z_N	22º 08' 67,843"	03º 02' 49,902"	09º 12' 61,982"	31º 46' 36,940"
5 Z_S	29º 37' 76,582"	09º 27' 57,487"	08º 37' 65,148"	30º 42' 79,160"
6 $1/2 (Z_S - Z_N)$	03º 44' 34,369"	03º 12' 33,792"	- 00º 17' 28,417"	- 00º 31' 38,89"
7 $\phi = 3 + 6$	- 25º 26' 57,492"	- 25º 26' 56,168"	- 25º 26' 58,886"	- 25º 26' 55,453"

Par N°	13	14	15 R	16
1 δN	- 17º 50' 16,468"	- 05º 55' 27,789"	- 14º 49' 49,202"	- 22º 56' 52,593"
2 δS	- 35º 16' 68,338"	- 42º 48' 59,191"	- 35º 46' 35,225"	- 30º 03' 13,731"
3 $1/2 (\delta N + \delta S)$	- 26º 33' 42,403"	- 24º 22' 13,49"	- 25º 18' 12,214"	- 26º 29' 63,162"
4 Z_N	07º 36' 30,384"	19º 31' 17,996"	10º 36' 63,422"	02º 29' 62,118"
5 Z_S	09º 49' 63,805"	17º 21' 57,075"	10º 02' 21,387"	04º 36' 09,885"
6 $1/2 (Z_S - Z_N)$	01º 06' 46,710"	- 01º 04' 40,460"	- 00º 17' 21,017"	01º 03' 38,835"
7 $\phi = 3 + 6$	- 25º 26' 55,693"	- 25º 26' 53,951"	- 25º 35' 33,232"	- 25º 26' 59,279"

R = Recusado

. CÁLCULO DA LATITUDE

Par N°	17	18	19	
1 δN	- 17º 56' 44,209"	- 04º 44' 58,547"	07º 20' 50,658"	
2 δS	- 32º 28' 60,644"	- 43º 10' 36,337"	- 61º 54' 64,407"	
3 $1/2 (\delta N + \delta S)$	- 25º 12' 52,427"	- 23º 57' 47,442"	- 27º 17' 06,875"	
4 Z_N	07º 29' 66,144"	20º 41' 50,482"	32º 47' 32,745"	
5 Z_S	07º 01' 59,231"	17º 43' 33,507"	36º 27' 60,515"	
6 $1/2 (Z_S - Z_N)$	- 00º 14' 03,456"	- 01º 29' 08,487"	01º 50' 13,885"	
7 $\phi = 3 + 6$	- 25º 26' 55,884"	- 25º 26' 55,929"	- 25º 26' 52,99"	

Par N°				
1 δN				
2 δS				
3 $1/2 (\delta N + \delta S)$				
4 Z_N				
5 Z_S				
6 $1/2 (Z_S - Z_N)$				
7 $\phi = 3 + 6$				

. CORREÇÃO DA REFRAÇÃO

Data 28 / 11 /1978.

Teodolito T 2 N° 101327

Estrela APFS N°	97	culm. par N 1	106	culm. par S 1	119	culm. par S 2	127	culm. par N 2
Zo		11° 29' 39,0"		14° 56' 12,75"		17° 41' 46,2"		15° 54' 45,6"
Rm (tabela)		11,77		15,44		18,48		16,51
Pressão (mmHg)		685,930		685,930		685,930		685,930
C _B (tabela)		0,902		0,902		0,902		0,902
Temp. °C		19		19		18,5		18,5
C _T (tabela)		0,970		0,970		0,971		0,971
R = Rm · C _B · C _T		10,298		13,509		16,186		14,460
Z = Zo + R		11° 29' 49,298"		14° 56' 26,259"		17° 41' 62,386"		15° 54' 60,060"

Estrela APFS N°	125	culm. par N 3	141	culm. par S 3	143	culm. par S 4	149	culm. par N 4
Zo		38° 17' 58,35"		39° 24' 49,85"		10° 48' 41,2"		11° 52' 21,9"
Rm (tabela)		45,71		47,534		11,06		12,18
Pressão (mmHg)		685,930		685,930		685,930		685,930
C _B (tabela)		0,902		0,902		0,902		0,902
Temp. °C		18,5		18,5		18,5		18,5
C _T (tabela)		0,971		0,971		0,971		0,971
R = Rm · C _B · C _T		40,035		41,632		9,687		10,668
Z = Zo + R		38° 17' 98,385"		39° 24' 91,482"		10° 48' 50,887"		11° 52' 32,568"

. CORREÇÃO DA REFRAÇÃO

Data 28 / 11 / 1978.

Teodolito T 2 N° 101327

Estrela APFS N°	culm. par		culm. par		culm. par		culm. par	
	1110	S 5	159	N 5	154	N 6	155	S 6
Z ₀	36° 09' 05,0"		40° 28' 50,2"		18° 32' 56,95"		16° 53' 35,35"	
R _m (tabela)	42,08		49,38		19,43		17,585	
Pressão (mmHg)	685,705		685,705		685,705		685,705	
C _B (tabela)	0,9017		0,9017		0,9017		0,9017	
Temp. °C	18,5		18,5		18,5		18,5	
C _T (tabela)	0,971		0,971		0,971		0,971	
R = R _m · C _B · C _T	36,843		43,235		17,012		15,397	
Z = Z ₀ + R	36° 09' 41,843"		40° 28' 93,435"		18° 32' 73,962"		16° 53' 50,747"	

Estrela APFS N°	culm. par		culm. par		culm. par		culm. par	
	157	S 7	169	N 7	171	S 8	1134	N 8
Z ₀	26° 04' 57,5"		22° 02' 53,75"		29° 37' 55,55"		32° 21' 37,0"	
R _m (tabela)	28,34		23,45		32,93		36,68	
Pressão (mmHg)	685,705		685,630		685,630		685,630	
C _B (tabela)	0,9017		0,9016		0,9016		0,9016	
Temp. °C	18,5		18,5		18,5		18,5	
C _T (tabela)	0,971		0,971		0,971		0,971	
R = R _m · C _B · C _T	24,813		20,529		28,829		32,112	
Z = Z ₀ + R	26° 04' 82,313"		22° 02' 74,279"		29° 37' 84,379"		32° 21' 69,112"	

. CORREÇÃO DA REFRAÇÃO

Data 28 / 11 / 1978.

Teodolito T2 N° 101327

Estrela APFS N°	1144 culm. par N 9	197 culm. par S 9	1146 culm. par N 10	215 culm. par S 10
Z ₀	09° 12' 45,1"	09° 27' 49,4"	12° 14' 36,6"	08° 37' 56,35"
R _m (tabela)	9,39	9,66	12,565	8,79
Pressão (mmHg)	685,555	685,555	685,555	685,555
C _B (tabela)	0,9015	0,9015	0,9015	0,9015
Temp. °C	18	18	18	18
C _T (tabela)	0,9725	0,9725	0,9725	0,9725
R = R _m · C _B · C _T	8,232	8,469	11,016	7,706
Z = Z ₀ + R	09° 12' 53,332"	09° 27' 57,869"	12° 14' 47,616"	08° 37' 64,056"

Estrela APFS N°	207 culm. par N 11	223 culm. par S 11	219 culm. par N 12	1160 culm. par S 12
Z ₀	07° 36' 25"	10° 19' 21,5"	10° 36' 52,8"	09° 49' 54,0"
R _m (tabela)	7,735	10,55	10,86	10,04
Pressão (mmHg)	685,555	685,180	685,180	685,180
C _B (tabela)	0,9015	0,9012	0,9012	0,9012
Temp. °C	18	18	18	18
C _T (tabela)	0,9725	0,9725	0,9725	0,9725
R = R _m · C _B · C _T	6,781	9,246	9,518	8,800
Z = Z ₀ + R	07° 36' 31,781"	10° 19' 30,746"	10° 36' 62,318"	09° 49' 62,800"

. CORREÇÃO DA REFRAÇÃO

Data 28 / 11 / 1978.

Teodolito T 2 N° 101327

Estrela APFS N°	1156	culm. par S 13	224	culm. par N 13	culm. par	culm. par
Z ₀		30° 42' 44,0"		32° 50' 18,0"		
R _m (tabela)		34,39		37,36		
Pressão (mmHg)		685,180		685,180		
C _B (tabela)		0,9012		0,9012		
Temp. °C		18,0		18,0		
C _T (tabela)		0,9725		0,9725		
R = R _m · C _B · C _T		30,13998		32,743		
Z = Z ₀ + R		30° 42' 74,140"		32° 50' 50,743"		

Estrela APFS N°		culm. par		culm. par		culm. par
Z ₀						
R _m (tabela)						
Pressão (mmHg)						
C _B (tabela)						
Temp. °C						
C _T (tabela)						
R = R _m · C _B · C _T						
Z = Z ₀ + R						

. CÁLCULO DA LATITUDE

Par N°	1	2	3	4
1 δN	- 12º 56' 57,250"	- 09º 31' 50,466"	12º 51' 51,172"	- 13º 34' 10,472"
2 δS	- 40º 23' 30,141"	- 43º 08' 69,599"	- 64º 52' 35,084"	- 36º 15' 57,336"
3 $1/2 (\delta N + \delta S)$	27º 10' 13,696"	26º 20' 30,033"	- 26º 00' 21,956"	24º 54' 63,904"
4 Z_N	11º 29' 49,298"	15º 54' 60,060"	38º 17' 98,385"	11º 52' 32,568"
5 Z_S	14º 56' 26,259"	17º 41' 62,386"	39º 24' 91,482"	10º 48' 50,887"
6 $1/2 (Z_S - Z_N)$	01º 43' 18,480"	00º 53' 31,163"	00º 33' 26,548"	00º 31' 50,840"
7 $\phi = 3 + 6$	- 25º 26' 55,216"	- 25º 26' 58,87"	- 25º 26' 55,408"	- 25º 26' 54,745"

Par N°	5 R	6	7 R	8
1 δN	15º 34' 34,063"	- 06º 53' 36,453"	- 03º 23' 46,993"	06º 55' 25,341"
2 δS	- 61º 27' 44,904"	- 42º 20' 53,456"	- 51º 32' 30,299"	- 55º 05' 25,519"
3 $1/2 (\delta N + \delta S)$	- 22º 56' 35,421"	24º 37' 14,955"	27º 28' 08,646"	24º 05' 00,89
4 Z_N	40º 28' 93,435"	18º 32' 73,962"	22º 02' 74,279"	32º 21' 69,112"
5 Z_S	36º 09' 41,843"	16º 53' 50,747"	26º 04' 82,313"	29º 37' 84,379"
6 $1/2 (Z_S - Z_N)$	02º 09' 55,796"	- 00º 49' 41,607"	02º 01' 04,017"	- 01º 21' 52,366"
7 $\phi = 3 + 6$	- 25º 26' 31,217"	- 25º 26' 56,563"	- 25º 27' 04,629"	- 25º 26' 53,257"

R = Recusado

. CÁLCULO DA LATITUDE

Par Nº	9	10	11	12
1 δN	- 16º 13' 52,496"	- 13º 11' 57,397"	- 17º 50' 16,734"	- 14º 49' 49,457"
2 δS	- 34º 54' 60,010"	- 34º 04' 69,026"	- 35º 46' 35,559"	- 35º 16' 68,672"
3 $1/2 (\delta N + \delta S)$	25º 34' 26,253"	23º 38' 33,212"	26º 48' 26,147"	25º 03' 29,065"
4 Z_N	09º 12' 53,332"	12º 14' 47,616"	07º 36' 31,781"	10º 36' 62,318"
5 Z_S	09º 27' 57,869"	08º 27' 64,056"	10º 19' 30,746"	09º 49' 62,800"
6 $1/2 (Z_S - Z_N)$	00º 07' 37,268"	01º 48' 21,78"	01º 21' 29,482"	00º 23' 29,759"
7 $\phi = 3 + 6$	- 25º 26' 53,985"	- 25º 26' 54,992"	- 25º 26' 56,665"	- 25º 26' 58,824"

Par Nº	13			
1 δN	07º 24' 07,819"			
2 δS	- 56º 10' 20,434"			
3 $1/2 (\delta N + \delta S)$	24º 23' 06,308"			
4 Z_N	32º 50' 50,743"			
5 Z_S	30º 42' 74,140"			
6 $1/2 (Z_S - Z_N)$	01º 03' 48,301"			
7 $\phi = 3 + 6$	- 25º 26' 54,61"			

. CORREÇÃO DA REFRAÇÃO

Data 12 / 12 /1978.

Teodolito T 4 N° 138.349

Estrela APFS N°	56 culm. par N 1	67 culm. par S 1	1075 culm. par S 2	104 culm. par N 2
Zo	30° 49' 11,85"	20° 57' 15,34"	14° 29' 45,1"	16° 27' 36,42"
Rm (tabela)	34,53	22,17	14,72	17,11
Pressão (mmHg)	686,625	686,625	686,625	686,625
C _B (tabela)	0,902	0,902	0,902	0,902
Temp. °C	19	19	19	19
C _T (tabela)	0,970	0,970	0,970	0,970
R = Rm · C _B · C _T	30,212	19,397	13,107	14,970
Z = Zo + R	30° 49' 42,062"	20° 57' 34,737"	14° 29' 58,207"	16° 27' 51,350"

Estrela APFS N°	1091 culm. par N 3	119 culm. par S 3	123 culm. par N 4	141 culm. par S 4
Zo	16° 32' 38,5"	17° 41' 55,41"	35° 05' 45,00"	39° 24' 54,545"
Rm (tabela)	17,20	18,48	40,92	47,56
Pressão (mmHg)	686,625	686,625	686,625	686,625
C _B (tabela)	0,902	0,902	0,902	0,902
Temp. °C	19	19	19	19
C _T (tabela)	0,970	0,970	0,973	0,973
R = Rm · C _B · C _T	15,049	16,169	35,913	41,741
Z = Zo + R	16° 32' 53,549"	17° 42' 11,759"	35° 06' 20,913"	39° 25' 36,286"

. CORREÇÃO DA REFRAÇÃO

Data 12 / 12 /1978.

Teodolito T4 N° 138.349

Estrela APFS N°	127 culm. par N 5	143 culm. par S 5	149 culm. par N 6	1121 culm. par S 6
Z ₀	15° 54' 44,55"	10° 48' 48,45"	11° 52' 27,525"	08° 36' 56,45"
Rm (tabela)	16,51	11,06	12,18	08,78
Pressão (mmHg)	686,625	686,625	686,625	686,625
C _B (tabela)	0,902	0,902	0,902	0,902
Temp. °C	18	18	18	18
C _T (tabela)	0,973	0,973	0,973	0,973
R = Rm · C _B · C _T	14,490	9,707	10,690	7,706
Z = Z ₀ + R	15° 54' 59,04"	10° 48' 58,157"	11° 52' 38,215"	08° 37' 04,156"

Estrela APFS N°	150 culm. par N 7	156 culm. par S 7	171 culm. par S 8	176 culm. par N 8
Z ₀	37° 51' 58,9"	37° 04' 08,45"	29° 37' 58,705"	22° 08' 47,08"
Rm (tabela)	45,00	43,72	32,93	23,57
Pressão (mmHg)	686,625	686,625	686,625	686,625
C _B (tabela)	0,902	0,902	0,902	0,902
Temp. °C	18	18	18	18
C _T (tabela)	0,973	0,973	0,973	0,973
R = Rm · C _B · C _T	39.494	38.371	28.901	20.686
Z = Z ₀ + R	37° 52' 38,394	37° 04' 46,821"	29° 38' 27,606"	22° 09' 07,766"

. CÁLCULO DA LATITUDE

Par N°	1	2	3	4
1 δN	05º 22' 51,193"	-08º 58' 60,972"	-08º 53' 58,551"	09º 39' 31,397"
2 δS	-46º 24' 36,053"	-39º 56' 56,998"	-43º 08' 73,408"	-64º 52' 39,507"
3 $1/2 (\delta N + \delta S)$	-20º 30' 52,43"	-24º 27' 58,985"	26º 01' 35,98"	27º 36' 34,055"
4 Z_N	30º 49' 42,062"	16º 27' 21,224"	16º 32' 53,224"	35º 06' 20,913"
5 Z_S	20º 57' 34,737"	14º 20' 58,276"	17º 42' 11,579"	39º 25' 36,286"
6 $1/2 (Z_S - Z_N)$	-04º 56' 03,66"	-01º 18' 26,474"	00º 34' 39,015"	02º 09' 37,686"
7 $\phi = 3 + 6$	-25º 26' 56,09"	-25º 26' 55,608"	-25º 26' 56,965"	-25º 26' 56,369"

Par N°	5	6	7	8
1 δN	-09º 31' 52,655"	-13º 34' 13,070"	12º 25' 48,578"	-03º 17' 40,795"
2 δS	-36º 15' 61,164"	-34º 03' 66,056"	-62º 31' 49,244"	-55º 05' 30,239"
3 $1/2 (\delta N + \delta S)$	22º 53' 56,91"	23º 48' 69,563"	25º 03' 00,333"	29º 11' 35,517"
4 Z_N	15º 54' 59,04"	11º 52' 38,215"	37º 52' 38,394"	22º 09' 07,766"
5 Z_S	10º 48' 58,157"	08º 37' 04,156"	37º 04' 46,821"	29º 38' 27,606"
6 $1/2 (Z_S - Z_N)$	02º 33' 00,44"	01º 37' 47,029"	00º 23' 55,786"	03º 44' 39,92"
7 $\phi = 3 + 6$	-25º 26' 57,352"	-25º 26' 56,593"	-25º 26' 56,120"	-25º 26' 55,597"

. CORREÇÃO DA REFRAÇÃO

Data 17 / 12 /1978.

Teodolito T 4 N° 138.349

Estrela APFS N°	82	culm. par S 1	1072	culm. par N 1	1075	culm. par S 2	104	culm. par N 2
Z ₀		26° 09' 32,915"		30° 56' 32,368"		14° 29' 52,237"		16° 27' 45,429"
R _m (tabela)		28,44		34,705		14,98		17,11
Pressão (mmHg)		683,905		683,905		683,905		683,905
C _B (tabela)		0,900		0,900		0,900		0,900
Temp. °C		17,9		17,9		17,9		17,9
C _T (tabela)		0,973		0,973		0,973		0,973
R = R _m · C _B · C _T		24,905				13,118		14,983
Z = Z ₀ + R		26° 09' 57,820"		30° 57' 02,759"		14° 30' 05,355"		16° 28' 00,412"

Estrela APFS N°	97	culm. par N 3	101	culm. par S 3	106	culm. par S 4	1091	culm. par N 4
Z ₀		11° 29' 50,272"		07° 02' 53,183"		14° 56' 28,577"		16° 32' 44,57"
R _m (tabela)		11,78		7,16		15,45		17,20
Pressão (mmHg)		683,905		683,905		683,905		683,905
C _B (tabela)		0,900		0,900		0,900		0,900
Temp. °C		17,9		17,9		17,9		17,9
C _T (tabela)		0,973		0,973		0,973		0,973
R = R _m · C _B · C _T		10,316		06,270		13,529		15,062
Z = Z ₀ + R		11° 30' 00,588"		07° 02' 59,453"		14° 56' 42,106"		16° 32' 59,632"

. CORREÇÃO DA REFRAÇÃO

Data 17 / 12 / 1978.

Teodolito T4 N° 138,349

Estrela APFS N°	119 culm. par S 5	127 culm. par N 5	186 culm. par N 6	197 culm. par S 6
Z ₀	17° 42' 7,116"	15° 54' 54,578"	03° 02' 52,836"	09° 28' 03,972"
R _m (tabela)	18,48	16,51	03,09	9,66
Pressão (mmHg)	683,905	683,905	683,905	683,905
C _B (tabela)	0,900	0,900	0,900	0,900
Temp. °C	17,9	17,9	17,9	17,9
C _T (tabela)	0,973	0,973	0,973	0,973
R = R _m · C _B · C _T	16,183	14,458	2,706	8,459
Z = Z ₀ + R	17° 42' 23,299"	15° 55' 09,036"	03° 02' 55,542"	09° 28' 12,431"

Estrela APFS N°	1144 culm. par N 7	215 culm. par S 7	201 culm. par N 8	1156 culm. par S 8
Z ₀	09° 12' 55,635"	08° 38' 14,332"	31° 46' 15,903"	30° 43' 04,859"
R _m (tabela)	09,57	08,79	35,85	35,78
Pressão (mmHg)	683,380	683,380	683,380	683,380
C _B (tabela)	0,899	0,899	0,899	0,899
Temp. °C	17,9	17,9	17,9	17,9
C _T (tabela)	0,973	0,973	0,973	0,973
R = R _m · C _B · C _T	08,371	7,689	31,359	31,298
Z = Z ₀ + R	09° 13' 04,006"	08° 38' 22,021"	31° 46' 47,262"	30° 43' 36,157"

. CORREÇÃO DA REFRAÇÃO

Data 17 / 12 /1978.

Teodolito T 4 N° 138.349

Estrela APFS N°	207 culm. par N 9	223 culm. par S 9	209 culm. par N 10	229 culm. par S 10
Z ₀	07° 36' 33,44"	10° 19' 44,575"	19° 31' 12,451"	17° 21' 56,259"
R _m (tabela)	07,735	10,56	20,52	18,11
Pressão (mmHg)	683,380	683,380	683,380	683,380
C _B (tabela)	0,899	0,899	0,899	0,899
Temp. °C	17,9	17,9	17,9	17,9
C _T (tabela)	0,973	0,973	0,973	0,973
R = R _m · C _B · C _T	6,766	9,237	17,949	15,841
Z = Z ₀ + R	07° 36' 40,206"	10° 19' 53,812"	19° 31' 30,400"	17° 22' 12,100"

Estrela APFS N°	219 culm. par N 11	1160 culm. par S 11	culm. par	culm. par
Z ₀	10° 36' 58,054"	09° 50' 14,989"		
R _m (tabela)	10,86	10,04		
Pressão (mmHg)	683,380	683,380		
C _B (tabela)	0,899	0,899		
Temp. °C	17,9	17,9		
C _T (tabela)	0,973	0,973		
R = R _m · C _B · C _T	9,499	8,782		
Z = Z ₀ + R	10° 37' 07,553"	09° 50' 23,771"		

. CÁLCULO DA LATITUDE

Par N°	1	2	3	4
1 δN	05º 29' 62,752"	-08º 58' 61,447"	-13º 56' 59,985"	-08º 53' 59,056"
2 δS	-51º 36' 51,866"	-39º 56' 57,797"	-32º 29' 51,959"	-40º 23' 34,556"
3 $1/2 (\delta N + \delta S)$	23º 03' 24,367"	24º 27' 59,622"	23º 13' 25,977"	24º 38' 46,806"
4 Z_N	30º 57' 02,759"	16º 28' 00,412"	11º 30' 00,588"	16º 32' 59,632"
5 Z_S	26º 09' 57,820"	14º 30' 05,355"	07º 02' 59,453"	14º 56' 42,106"
6 $1/2 (Z_S - Z_N)$	02º 23' 32,469"	00º 58' 57,528"	02º 13' 30,567"	00º 48' 08,763"
7 $\phi = 3 + 6$	-25º 26' 57,026"	-25º 26' 57,151"	-25º 26' 56,545"	-25º 26' 55,569"

Par N°	5	6	7	8
1 δN	-09º 31' 53,200"	-22º 23' 64,997"	-16º 13' 56,478"	06º 19' 44,995"
2 δS	-43º 08' 74,353"	- 34º 54' 65,426"	-34º 04' 74,469"	-56º 10' 26,820"
3 $1/2 (\delta N + \delta S)$	26º 20' 33,777"	28º 39' 35,212"	25º 09' 35,474"	24º 55' 20,912"
4 Z_N	15º 55' 09,036"	03º 02' 55,542"	09º 13' 04,006"	31º 46' 47,262"
5 Z_S	17º 42' 23,299"	09º 28' 12,431"	08º 38' 22,021"	30º 43' 36,157"
6 $1/2 (Z_S - Z_N)$	00º 53' 37,131"	03º 12' 38,444"	00º 17' 20,992"	00º 31' 35,552"
7 $\phi = 3 + 6$	-25º 26' 56,639"	-25º 26' 56,768"	-25º 26' 56,467"	-25º 26' 56,465"

. CÁLCULO DA LATITUDE

Par N°	9	10	11	
1 δN	-17° 50' 20,944"	-05° 55' 31,132"	-14° 49' 53,475"	
2 δS	-35° 46' 41,128"	-42° 48' 65,503"	-35° 16' 74,243"	
3 $1/2 (\delta N + \delta S)$	26° 48' 31,036"	24° 22' 18,317"	25° 03' 33,859"	
4 Z_N	07° 36' 40,206"	19° 31' 30,400"	10° 37' 07,553"	
5 Z_S	10° 19' 53,819"	17° 22' 12,100"	09° 50' 23,771"	
6 $1/2 (Z_S - Z_N)$	01° 41' 039,303"	01° 04' 39,150"	00° 23' 21,891"	
7 $\phi = 3 + 6$	-25° 26' 56,733"	-25° 26' 57,467"	-25° 26' 55,750"	

Par N°				
1 δN				
2 δS				
3 $1/2 (\delta N + \delta S)$				
4 Z_N				
5 Z_S				
6 $1/2 (Z_S - Z_N)$				
7 $\phi = 3 + 6$				

. CORREÇÃO DA REFRAÇÃO

Data 18 / 12 / 1978.

Teodolito T 4 N° 138.349

Estrela APFS N°	50 culm. par N 1	72 culm. par S 1	54 culm. par S 2	60 culm. par N 2
Z ₀	40° 40' 34,451"	36° 13' 08,644"	31° 53' 31,225"	34° 29' 32,711"
R _m (tabela)	49,73	42,39	36,02	39,77
Pressão (mmHg)	684,2	684,2	684,2	684,2
C _B (tabela)	0,900	0,900	0,900	0,900
Temp. °C	19,5	19,5	19,5	19,5
C _T (tabela)	0,968	0,968	0,968	0,968
R = R _m · C _B · C _T	43,325	36,930	31,380	34,648
Z = Z ₀ + R	40° 40' 77,776"	36° 13' 45,574"	31° 53' 62,606"	34° 29' 67,359"

Estrela APFS N°	56 culm. par N 3	68 culm. par S 3	82 culm. par S 4	91 culm. par N 4
Z ₀	30° 49' 24,291"	26° 15' 49,448"	26° 09' 34,144"	25° 40' 48,011"
R _m (tabela)	34,54	28,56	28,44	27,83
Pressão (mmHg)	684,2	684,2	684,2	684,2
C _B (tabela)	0,900	0,900	0,900	0,900
Temp. °C	19,5	19,5	19,5	19,5
C _T (tabela)	0,968	0,968	0,968	0,968
R = R _m · C _B · C _T	30,091	24,881	24,777	24,245
Z = Z ₀ + R	30° 49' 54,382"	26° 15' 74,329"	26° 09' 58,921"	25° 40' 72,256"

. CORREÇÃO DA REFRAÇÃO

Data 18 / 12 /1978.

Teodolito T4 Nº138.349

Estrela APFS Nº	97	culm. par N 5	106	culm. par S 5	123	culm. par N 6	141	culm. par S 6
Z ₀		11° 29' 51,481"		14° 56' 27,691"		35° 05' 55,892"		39° 25' 06,291"
R _m (tabela)		11,78		15,45		40,68		47,56
Pressão (mmHg)		684,130		684,130		682,7		682,7
C _B (tabela)		0,900		0,900		0,899		0,899
Temp. °C		19		19		18,5		18,5
C _T (tabela)		0,970		0,970		0,972		0,972
R = R _m · C _B · C _T		10,284		13,488		35,547		41,559
Z = Z ₀ + R		11° 29' 61,765"		14° 56' 41,179"		35° 05' 91,439"		39° 25' 47,850"

Estrela APFS Nº	127	culm. par N 7	143	culm. par S 7	1110	culm. par S 8	1118	culm. par N 8
Z ₀		15° 54' 53,833"		10° 49' 2,005"		36° 00' 17,599"		34° 16' 42,58"
R _m (tabela)		16,51		11,06		42,06		39,45
Pressão (mmHg)		682,7		682,7		682,7		682,7
C _B (tabela)		0,899		0,899		0,899		0,899
Temp. °C		18,5		18,5		18,5		18,5
C _T (tabela)		0,972		0,972		0,972		0,972
R = R _m · C _B · C _T		14,427		9,664		36,753		34,472
Z = Z ₀ + R		15° 54' 68,260"		10° 49' 11,669"		36° 00' 54,352"		34° 16' 77,052"

. CORREÇÃO DA REFRAÇÃO

Data 18 / 12 /1978.

Teodolito T 4 N° 138.349

Estrela APFS N°	culm. par		culm. par		culm. par		culm. par	
	1121	S 9	172	N 9	171	S 10	1134	N 10
Zo	08° 37' 07,445"		11° 06' 02,158"		29° 38' 10,48"		32° 21' 50,809"	
Rm (tabela)	8,78		11,36		32,93		36,69	
Pressão (mmHg)	682,7		682,7		682,7		682,7	
C _B (tabela)	0,899		0,899		0,899		0,899	
Temp. °C	18,5		18,5		18,5		18,5	
C _T (tabela)	0,972		0,972		0,972		0,972	
R = Rm · C _B · C _T	7,67		9,927		28,775		32,061	
Z = Zo + R	08° 37' 15,117"		11° 06' 12,085"		29° 38' 39,255"		32° 21' 82,870"	

Estrela APFS N°	culm. par		culm. par		culm. par	culm. par
	1144	N 11	197	S 11		
Zo	09° 12' 58,365"		09° 28' 05,162"			
Rm (tabela)	9,40		9,55			
Pressão (mmHg)	682,7		682,7			
C _B (tabela)	0,899		0,899			
Temp. °C	18,5		18,5			
C _T (tabela)	0,972		0,972			
R = Rm · C _B · C _T	8,214		8,345			
Z = Zo + R	09° 12' 66,579"		09° 28' 13,507"			

. CÁLCULO DA LATITUDE

Par Nº	1	2	3	4
1 δN	15 φ 13' 76,660"	09 φ 02' 66,366"	05 φ 22' 50,959"	00 φ 13' 72,014"
2 δS	-61 φ 40' 39,482"	-57 φ 20' 55,861"	-51 φ 42' 66,656"	-51 φ 36' 52,033"
3 $1/2 (\delta N + \delta S)$	23 φ 13' 11,411"	24 φ 08' 54,748"	23 φ 10' 07,749"	25 φ 41' 20,01"
4 Z_N	40 φ 40' 77,776"	34 φ 29' 67,359"	30 φ 49' 54,382"	25 φ 40' 72,256"
5 Z_S	36 φ 13' 45,574"	31 φ 53' 62,606"	26 φ 15' 74,329"	26 φ 09' 58,921"
6 $1/2 (Z_S - Z_N)$	02 φ 13' 47,101"	01 φ 18' 02,376"	02 φ 16' 50,026"	00 φ 14' 23,333"
7 $\phi = 3 + 6$	-25 φ 26' 57,512"	-25 φ 26' 57,125"	-25 φ 26' 57,876"	-25 φ 26' 56,678"

Par Nº	5	6	7	8
1 δN	-13 φ 56' 60,104"	09 φ 39' 31,214"	-09 φ 31' 53,317"	08 φ 50' 18,876"
2 δS	-40 φ 23' 34,746"	-64 φ 52' 40,899"	-36 φ 15' 62,366"	-61 φ 27' 50,909"
3 $1/2 (\delta N + \delta S)$	27 φ 10' 17,425"	27 φ 36' 34,843"	22 φ 53' 57,841"	26 φ 18' 46,017"
4 Z_N	11 φ 29' 61,765"	35 φ 05' 91,439"	15 φ 54' 68,260"	34 φ 16' 77,052"
5 Z_S	14 φ 56' 41,179"	39 φ 25' 47,850"	10 φ 49' 11,669"	36 φ 00' 54,352"
6 $1/2 (Z_S - Z_N)$	01 φ 43' 19,707"	02 φ 09' 38,205"	02 φ 32' 38,295"	00 φ 51' 48,650"
7 $\phi = 3 + 6$	-25 φ 26' 57,718"	-25 φ 26' 56,638"	-25 φ 26' 56,137"	-25 φ 26' 57,367"

. CÁLCULO DA LATITUDE

Par N°	9	10	11	
1 δN	-14° 20' 50,151"	06° 55' 23,758"	-16° 13' 56,655"	
2 δS	-34° 03' 67,336"	-55° 05' 31,779"	-34° 54' 65,678"	
3 $1/2 (\delta N + \delta S)$	24° 12' 28,744"	24° 05' 04,011"	-25° 34' 31,167"	
4 Z_N	11° 06' 12,085"	32° 21' 82,870"	09° 12' 66,579"	
5 Z_S	08° 37' 15,117"	29° 38' 39,255"	09° 28' 13,507"	
6 $1/2 (Z_S - Z_N)$	01° 14' 28,484"	01° 21' 51,807"	00° 07' 33,464"	
7 $\phi = 3 + 6$	-25° 26' 57,228"	-25° 26' 55,819"	-25° 26' 57,703"	

Par N°				
1 δN				
2 δS				
3 $1/2 (\delta N + \delta S)$				
4 Z_N				
5 Z_S				
6 $1/2 (Z_S - Z_N)$				
7 $\phi = 3 + 6$				

. CORREÇÃO DA REFRAÇÃO

Data 20 / 12 /1978.

Teodolito T 4 Nº138349

Estrela APFS Nº	47 culm. par N 1	49 culm. par S 1	54 culm. par S 2	65 culm. par N 2
Z ₀	17º 09' 06,834"	17º 58' 29,941"	31º 53' 29,939"	28º 31' 29,881"
R _m (tabela)	17,87	18,79	36,02	31,47
Pressão (mmHg)	684,4	684,4	684,4	684,4
C _B (tabela)	0,900	0,900	0,900	0,900
Temp. °C	21	21	21	21
C _T (tabela)	0,962	0,962	0,962	0,962
R = R _m · C _B · C _T	15,472	16,268	31,186	27,247
Z = Z ₀ + R	17º 09' 22,306'	17º 58' 46,209"	31º 54' 01,125"	28º 31' 57,128

Estrela APFS Nº	60 culm. par N 3	72 culm. par S 3	68 culm. par S 4	1072 culm. par N 4
Z ₀	34º 29' 30,244"	36º 13' 08,495"	26º 15' 47,942"	30º 56' 29,53"
R _m (tabela)	39,77	42,39	28,57	34,705
Pressão (mmHg)	684,4	684,4	684,4	684,4
C _B (tabela)	0,900	0,900	0,900	0,900
Temp. °C	21	21	21	21
C _T (tabela)	0,962	0,962	0,962	0,962
R = R _m · C _B · C _T	34,433	36,701	24,736	30,047
Z = Z ₀ + R	34º 30' 04,680"	36º 13' 45,196"	26º 16' 12,678"	30º 56' 59,582"

. CORREÇÃO DA REFRAÇÃO

Data 20 / 12 / 1978.

Teodolito T 4 N° 138349

Estrela APFS N°	82 culm. par S 5	91 culm. par N 5	97 culm. par N 6	106 culm. par S 6
Z ₀	26° 09' 32,302"	25° 40' 45,409"	11° 29' 47,563"	14° 56' 26,542"
R _m (tabela)	28,44	28,05	11,78	15,45
Pressão (mmHg)	684,4	684,4	684,4	684,4
C _B (tabela)	0,900	0,900	0,900	0,900
Temp. °C	21	21	21	21
C _T (tabela)	0,962	0,962	0,962	0,962
R = R _m · C _B · C _T	24,623	24,104	10,199	13,377
Z = Z ₀ + R	26° 09' 56,925"	25° 41' 09,513"	11° 29' 57,762"	14° 56' 39,919"

Estrela APFS N°	1091 culm. par N 7	119 culm. par S 7	125 culm. par N 8	141 culm. par S 8
Z ₀	16° 32' 43,34	17° 42' 06,164"	38° 18' 10,572"	39° 25' 05,569"
R _m (tabela)	17,21	18,48	45,715	47,56
Pressão (mmHg)	684,4	684,4	684,4	684,4
C _B (tabela)	0,900	0,900	0,900	0,900
Temp. °C	21	21	21	21
C _T (tabela)	0,962	0,962	0,962	0,962
R = R _m · C _B · C _T	14,892	16,000	39,580	41,177
Z = Z ₀ + R	16° 32' 58,232"	17° 42' 22,164"	38° 18' 50,152"	39° 25' 46,746"

. CÁLCULO DA LATITUDE

Par N°	1	2	3	4
1 δN	- 08º 17' 36,805"	03º 04' 58,948"	09º 02' 66,378"	05º 29' 62,573"
2 δS	- 43º 25' 37,495"	- 57º 20' 56,146"	- 61º 40' 39,808"	- 51º 42' 40,654"
3 $1/2 (\delta N + \delta S)$	25º 51' 37,15"	27º 07' 58,599"	26º 18' 46,715"	23º 06' 19,041"
4 Z_N	17º 09' 22,306"	28º 31' 57,128"	34º 30' 04,680"	30º 56' 59,582"
5 Z_S	17º 58' 46,209"	31º 54' 01,125"	36º 13' 45,196"	26º 16' 42,678"
6 $1/2 (Z_S - Z_N)$	00º 24' 41,951"	01º 41' 01,998"	00º 51' 50,258"	02º 20' 38,456"
7 $\phi = 3 + 6$	- 25º 26' 55,199"	- 25º 26' 56,601"	-25º 26' 56,457"	-25º 26' 57,498"

Par N°	5	6	7	8
1 δN	00º 13' 71,841"	- 13º 56' 60,383"	- 08º 53' 59,428"	12º 51' 50,553"
2 δS	- 51º 36' 52,404"	- 40º 23' 35,172"	- 43º 08' 75,092"	- 64º 52' 41,443"
3 $1/2 (\delta N + \delta S)$	25º 41' 20,282"	27º 09' 77,778"	26º 01' 37,26"	- 26º 00' 25,445"
4 Z_N	25º 41' 09,513"	11º 29' 57,762"	16º 32' 58,240"	38º 18' 50,152"
5 Z_S	26º 09' 56,925"	14º 56' 39,919"	17º 42' 22,164"	39º 25' 46,746"
6 $1/2 (Z_S - Z_N)$	00º 14' 23,615"	01º 43' 21,078"	00º 34' 41,962"	00º 33' 28,297"
7 $\phi = 3 + 6$	-25º 26' 56,667"	- 25º 26' 56,700"	-25º 26' 55,298"	-25º 26' 57,148"

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - ANUÁRIO ASTRONÔMICO DO INSTITUTO ASTRONÔMICO E ASTROFÍSICO 1978, São Paulo, 1977. 156 p.
- 2 - APPARENT PLACES OF FUNDAMENTAL STARS 1978, Heidelberg, 1976. 510 p.
- 3 - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Referências bibliográficas; projeto de norma brasileira NB-66. Rio de Janeiro, 1977. 35 p. mimeogr.
- 4 - BIDDLE, C.A. The text book of field astronomy. London, Her Majesty's Stationery Office, 1958. 243 p.
- 5 - BOMFORD, G. Geodesy. 3. ed. Oxford, At the Clarendon Press, 1971. 731 p.
- 6 - BRASIL. Diretoria do Serviço Geográfico do Exército. Astronomia expedita. Rio de Janeiro, 1960. 184 p. (Manual técnico: astronomia de campo, 1).
- 7 - CHAGAS, C.B. Determinação de 1ª ordem. Rio de Janeiro, Diretoria do Serviço Geográfico do Exército, 1958. 120 p. (Manual técnico: astronomia de campo, 3).
- 8 - COELHO, D. P. Elongações máximas; subsídios ao problema da determinação do azimute. Rio de Janeiro, Escola de Geógrafos do Exército, 1940. 29 p.
- 9 - ESTADOS UNIDOS. Department of the Army. Precise astronomical surveys. Washington, D. C. 1970. Não paginado. (Technical manual, TM 5-442).
- 10 - GEMMEL, C. Astronomia de campo, Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 1971. Paginação irregular, mimeogr.
- 11 - MATTOS, A. H. de. Astronomia de campo. 4. ed. Rio de Janeiro, F. Briguiet, 1952. 207 p.

- 12 - MUELLER, I. I. & EICHHORN, H. Spherical and practical astronomy; as applied to geodesy. New York, Frederick Ungar, 1969. 615 p.
- 13 - ODERMATT, H. Instructions for the determination of geographic positions. Universal Theodolite Wild T4.
- 14 - ROELOFS, R. Astronomy applied to land surveying. Amsterdam, N. V. Wed J. Ahrend & zoom, 1950. 259 p.
- 15 - THORSON, C. W. Second-order astronomical position determination manual. Washington, U.S. Government Printing Office, 1965. 78 p. (Estados Unidos. Coast and Geodetic Survey, 64-1).
- 16 - WANDERLIN, J. S. Comparação de métodos para determinação do azimute. Curitiba, 1979. Tese. Grau conferido. Universidade Federal do Paraná. Inédito.
- 17 - WILD HEERBRUGG. Instrumento universal Wild T4; manual de instruções. s.n.t.