

2018/2º semestre

GA160 TÓPICOS EM ASTRONOMIA

PROFa. Dra. MARIA APARECIDA ZEHNPFENNIG ZANETTI
 PROF. Dr. LUIS AUGUSTO KOENIG VEIGA

3. DETERMINAÇÃO DO MERIDIANO

3.1 Introdução

Determinar o meridiano



materializar no terreno o **meridiano do observador**



plano $\supset$ **meridiana** (linha N-S verdadeira) e vertical do obs.

vertical do obs. $\rightarrow$ materializada pelo eixo principal do teodolito

ao invés de determinar a meridiana, determina-se o ângulo que a meridiana forma com uma direção bem definida no terreno $\rightarrow$ **Azimute da Mira** (do Sul por Oeste)

Mira $\rightarrow$ ponto **bem definido no terreno**, de fácil visibilidade e que possa ser **iluminado a noite**.

3.2 Expressão geral do azimuth da mira

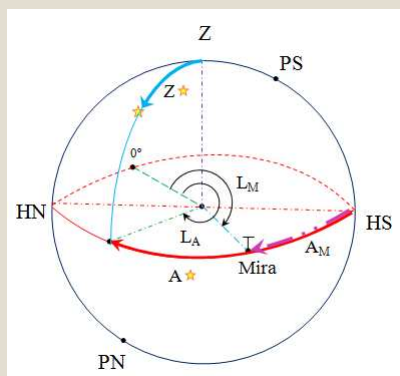


Figura 3.1 – Expressão geral do azimuth da mira.

$$\boxed{L_M - A_M = L_A - A_A} \rightarrow$$

$$A_M = L_M - L_A + A_A$$

L_M e L_A lê-se

A_A ? $\rightarrow$

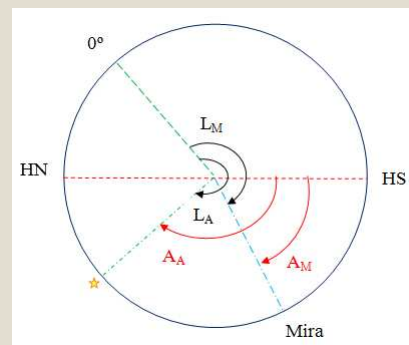


Figura 3.2 – Expressão geral do azimuth da mira.

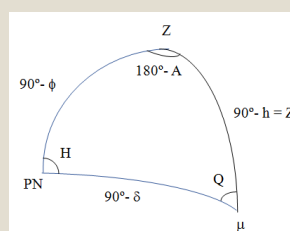


Figura 2.20 - Triângulo de posição.

3.2.1 Cálculo do Azimute do Astro (A_A)

4 elementos LADOS

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

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

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

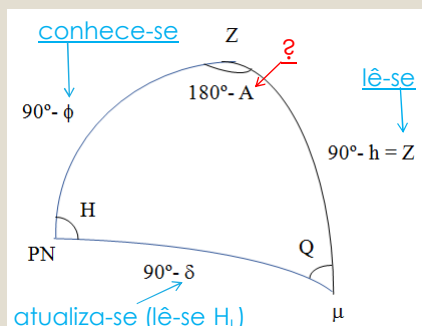


Figura 3.3 – Triângulo de posição: cálculo do Azimute do astro.

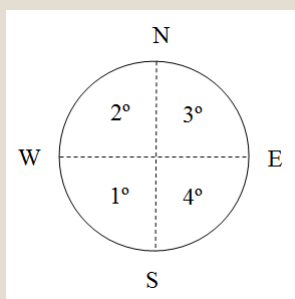


Figura 3.4 – Quadrantes do Azimute.

$$\begin{aligned} \cos \oplus & \left\{ \begin{array}{l} 1^\circ \text{ Q} \rightarrow \text{a oeste (tarde)} \\ 4^\circ \text{ Q} \rightarrow \text{a leste (manhã)} \end{array} \right. \\ \cos \ominus & \left\{ \begin{array}{l} 2^\circ \text{ Q} \rightarrow \text{a oeste (tarde)} \\ 3^\circ \text{ Q} \rightarrow \text{a leste (manhã)} \end{array} \right. \end{aligned}$$

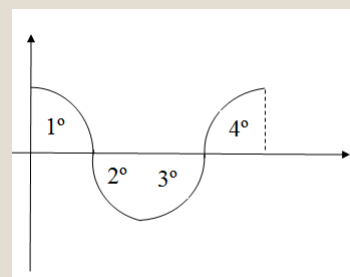


Figura 3.5 – Gráfico do cosseno.

3.3 Método das distâncias zenitais absolutas

3.3.1 Observações ao Sol (3ª. ordem ou expeditas)

- Utiliza-se um anteparo branco ~15 cm da ocular da luneta observando-se o Sol por projeção
- **O anteparo inverte a imagem!!!!**
- Deve-se obter dupla tangência (porque lê-se ângulos horizontais e verticais)
- Pela manhã → bordo inferior do Sol Pela tarde → bordo superior do Sol
- Para não ser necessário corrigir semi-diâmetro (sd) na leitura horizontal, visa-se em PD um dos bordos e em PI o outro
- Possibilidade: prisma de Roelofs → elimina sd

3.3 Método das distâncias zenitais absolutas

3.3.1 Observações ao Sol (3ª. ordem ou expeditas)

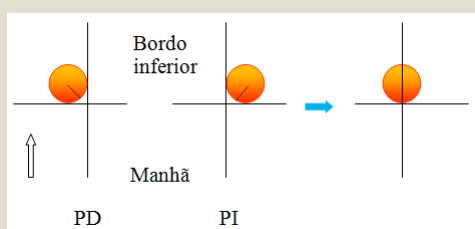


Figura 3.6 – Observação ao Sol pela manhã.

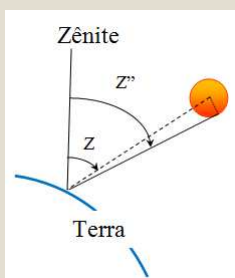


Figura 3.8 – Correção do sd pela manhã.

$$Z = Z'' - r$$

$R = sd = \text{semi diâmetro}$

Tangência no fio horizontal:
movimento do Sol

Tangência no fio vertical:
micrométrico horizontal

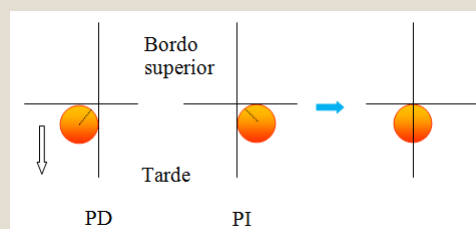


Figura 3.7 – Observação ao Sol pela tarde.

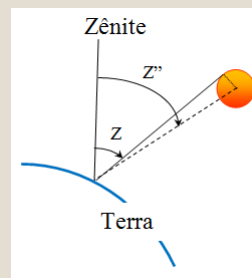


Figura 3.9 – Correção do sd pela tarde.

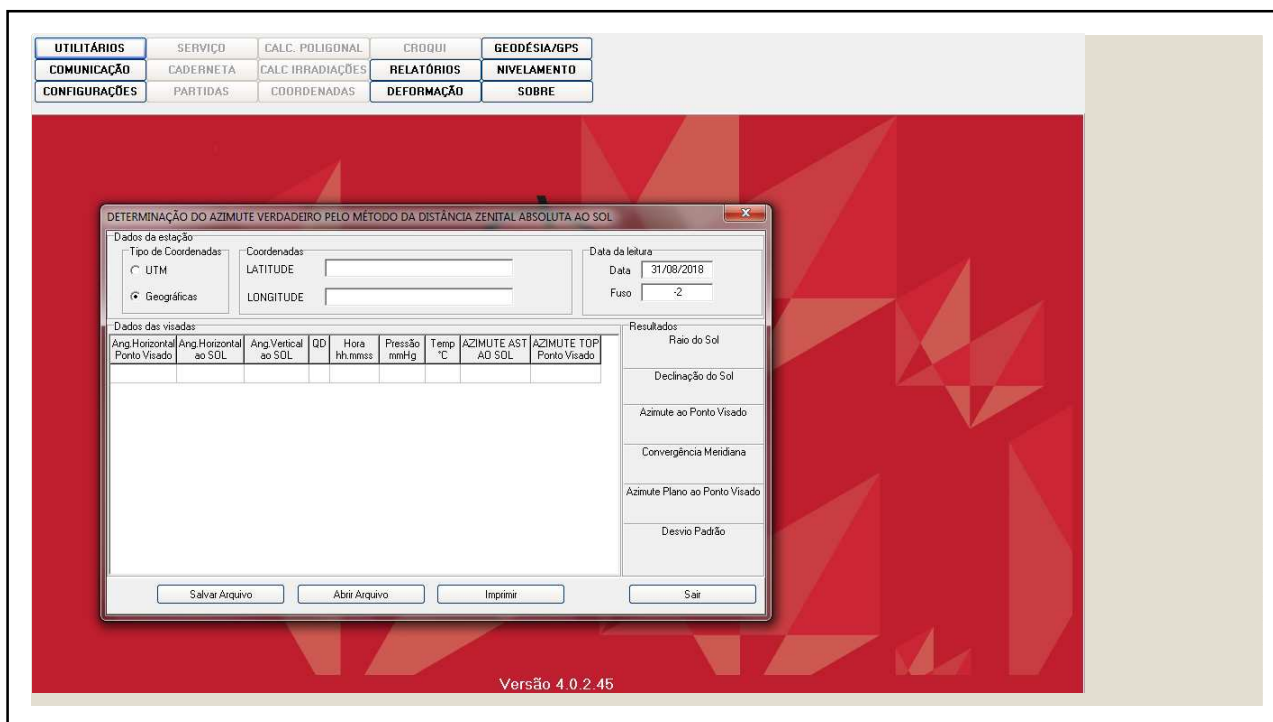
$$Z = Z'' + r$$

3.3.1 Observações ao Sol (3ª. ordem ou expeditas)

- 3.3.1.1 Sequência de cálculo
- a) Cálculo do Ângulo Zenital e reduções: $Z = Z' + R - p \pm sd$
- a.1) $Z' = \frac{360^\circ + Z_{PD} - Z_{PI}}{2}$
- a.2) Refração astronômica: $R = R_m \times C_{tp}$
 - R_m = refração média tabelada $f(Z)$ - Tábua 1 (interpolação)
 - C_{tp} = coeficiente de temperatura e pressão tabelado $f(t, p)$ - Tábua 2 (interpolação)
- a.3) Paralaxe (p): $Z + h = 90^\circ$
 - tabelada $f(h)$ Sol (interpolação) ou $p = (8,7941'') \times \sin Z$
- a.4) Semi-diâmetro (sd): Anuário astronômico
 - tabelado $f(data, H_L)$ (interpolação)

3.3.1 Observações ao Sol (3ª. ordem ou expeditas)

- b) Declinação do Sol no instante da obs.: $\delta = \delta_0 + (H_L - F + ct)\Delta\delta$
 - δ_0 = tabelado Anuário Astronômico
 - H_L = Hora legal do instante da obs. $H_L = \frac{H_{LPD} + H_{LPI}}{2}$
 - F = fuso
 - ct = constante de transformação de tempo Universal para tempo das Efemérides
 - $\Delta\delta$ = variação horária tabelado - Anuário astronômico $\Delta\delta = \frac{\delta_2 - \delta_1}{24}$
 - δ_2 = δ do dia seguinte da obs.
 - δ_1 = δ no dia da obs.
- c) Cálculo do Azimute do Sol: $\cos A = \frac{\sin \phi \cos Z - \sin \delta}{\cos \phi \cos Z}$
 - $\cos \oplus$ } $1^\circ Q \rightarrow$ a oeste (tarde)
 - $\cos \oplus$ } $4^\circ Q \rightarrow$ a leste (manhã)
 - $\cos \ominus$ } $2^\circ Q \rightarrow$ a oeste (tarde)
 - $\cos \ominus$ } $3^\circ Q \rightarrow$ a leste (manhã)
- d) Cálculo da Leitura da Mira: $L_M = \frac{PD^M + PI^M}{2} \pm 90^\circ$
 - + se $PD > PI$
 - - se $PD < PI$
- e) Cálculo da Leitura do Sol (visou-se em PD um bordo e em PI outro, portanto não há necessidade de corrigir (sd)): $L_A = \frac{PD^A + PI^A}{2} \pm 90^\circ$
 - + se $PD > PI$
 - - se $PD < PI$
- f) Cálculo do Azimute da Mira $A_M = L_M - L_A + A_A$



UTILITÁRIOS	SERVIÇO	CALC. POLIGONAL	CROQUI	GEODÉSIA/GPS
COMUNICAÇÃO	CADERNETA	CALC. IRRADIAÇÕES	RELATÓRIOS	NIVELAMENTO
CONFIGURAÇÕES	PARTIDAS	COORDENADAS	DEFORMAÇÃO	SOBRE

DETERMINAÇÃO DO AZIMUTE VERDADEIRO PELO MÉTODO DA DISTÂNCIA ZENITAL ABSOLUTA AO SOL

Dados da estação:

Tipo de Coordenadas:

☐ UTM

☒ Geográficas

Coordenadas:

LATITUDE:

LONGITUDE:

Data da leitura:

Data:

Fuso:

Dados das visadas:

Ang. Horizontal Ponto Visado	Ang. Horizontal ao SOL	Ang. Vertical ao SOL	QD	Hora hh:mm:ss	Pressão mmHg	Temp °C	AZIMUTE AST AO SOL	AZIMUTE TOP Ponto Visado
0°00'00.00"	45°00'00.00"	35°00'00.00"	+					
- Centro do Sol - Quadrante NE (imagem direta) - Quadrante SE (imagem direta) - Quadrante SO (imagem direta) - Quadrante NO (imagem direta) - Norte Centro (imagem direta) - Centro Este (imagem direta) - Sul Centro (imagem direta) - Centro Oeste (imagem direta)								

Resultados:

Raio do Sol

Declinação do Sol

Azimute ao Ponto Visado

Convergência Meridiana

Azimute Plano ao Ponto Visado

Desvio Padrão

Salvar Arquivo

Abriu Arquivo

Imprimir

Sair

Versão 4.0.2.45

UTILITÁRIOS	SERVIÇO	CALC. POLIGONAL	CROQUI	GEODÉSIA/GPS
COMUNICAÇÃO	CADERNETA	CALC. IRRADIAÇÕES	RELATÓRIOS	NIVELAMENTO
CONFIGURAÇÕES	PARTIDAS	COORDENADAS	DEFORMAÇÃO	SOBRE

DETERMINAÇÃO DO AZIMUTE VERDADEIRO PELO MÉTODO DA DISTÂNCIA ZENITAL ABSOLUTA AO SOL

Dados da estação:

Tipo de Coordenadas:

☐ UTM

☒ Geográficas

Coordenadas:

LATITUDE:

LONGITUDE:

Data da leitura:

Data:

Fuso:

Dados das visadas:

Ang. Horizontal Ponto Visado	Ang. Horizontal ao SOL	Ang. Vertical ao SOL	QD	Hora hh:mm:ss	Pressão mmHg	Temp °C	AZIMUTE AST AO SOL	AZIMUTE TOP Ponto Visado
0°38'56.80"	125°53'23.00"	62°39'20.20"	+	9.2052	685	22.5		

Resultados:

Raio do Sol

Declinação do Sol

Azimute ao Ponto Visado

Convergência Meridiana

Azimute Plano ao Ponto Visado

Desvio Padrão

Salvar Arquivo

Abriu Arquivo

Imprimir

Sair

Versão 4.0.2.45

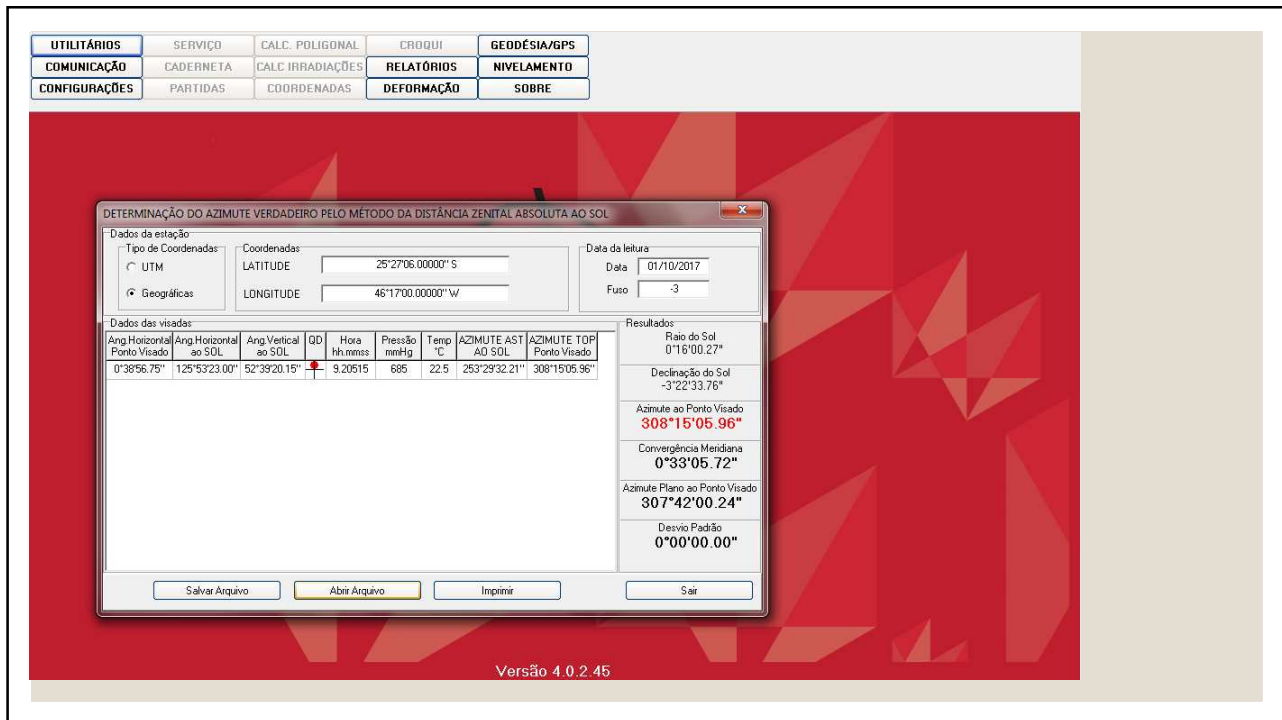


Tabela 1 – Comparação do cálculo do exercício proposto.

Cálculo	sd	δ	Az Sol	Az Mira
Tradicional	15' 58,61"	- 3° 22' 33,42"	253° 29' 32,62"	128° 15' 06,37"
Posição	16' 00,27"	- 3° 22' 33,76"	253° 29' 32,21"	128° 15' 05,96"
Trad. - Posição	- 0° 0' 1,66"	0,34"	0,41"	0,41"

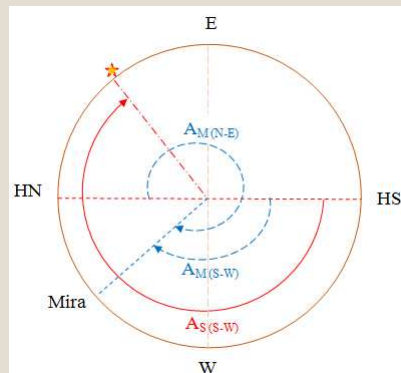


Figura 3.10 – Representação dos azimutes da mira e do Sol.

3.3.2 Observações a estrelas

- **Condição favorável** : $A = +/- 90^\circ$
- $\rightarrow$ proximidades do **1º vertical**
- Na prática caderneta $\approx$ Sol
- Não se lê HL (não é necessário atualizar δ)
- Estrelas 2ª grandeza
- $Z \leq 45^\circ$
- **Vantagem**: não é necessário elaborar programa
- **Desvantagens**:
 - dificuldade em fazer pontaria
 - possibilidade de não encontrar estrelas nas condições necessárias

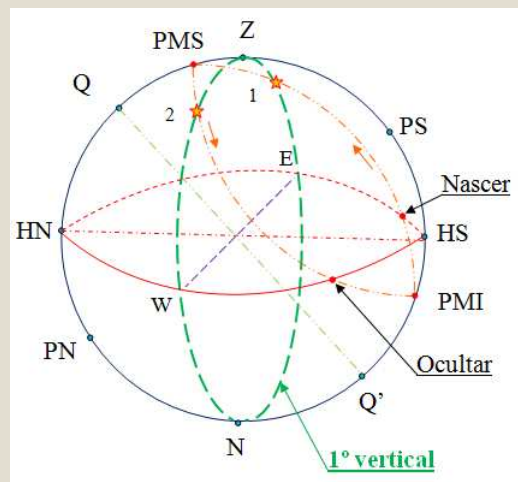


Figura 3.11 - 1º. Vertical.

3.3.2 Observações a estrelas

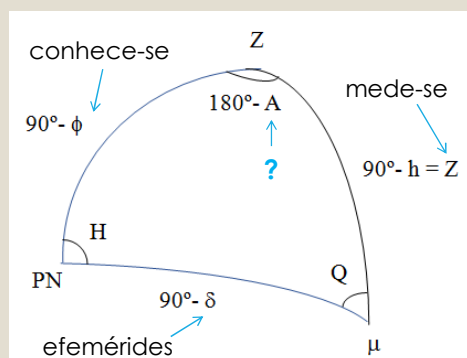


Figura 3.12 – Triângulo de posição:
cálculo do Azimute do astro.

$$d) \cos A = \frac{\sin \phi \cos Z - \sin \delta}{\cos \phi \cos Z}$$

- a) Cálculo do Ângulo Zenital e reduções

$$Z = Z' + R$$

$$a.1) \quad Z' = \frac{360^\circ + Z_{PD} - Z_{PI}}{2}$$

- a.2) Refração astronômica $R = R_m \times C_{tp}$

◦ R_m = refração média tabelada $f(Z)$ - Tábua 1 (interpolação)

◦ C_{tp} = coeficiente de temperatura e pressão tabelado $f(t,p)$ - Tábua 2 (interpolação)

- b) Leitura da mira

$$L_M = \frac{PD^M + PI^M}{2} \pm 90^\circ$$

- c) Leitura do astro

$$L_A = \frac{PD^A + PI^A}{2} \pm 90^\circ + \left\{ \frac{k}{4} [(d + d') - (e + e')] \cot g Z' \right\}$$

$$L_A = \frac{PD^A + PI^A}{2} \pm 90^\circ + \left\{ \frac{k}{4} [(d + d') - (e + e')] \cot gZ' \right\}$$

Nível de cavalete: corrige leituras horizontais do erro de horizontalismo



Figura 1.10 – Nível de cavalete. Fonte: http://www.sage.unsw.edu.au/currentstudents/ug/projects/f_pall/html/t29.html

- **d e d'** : leitura do centro da bolha do nível com zero a direita nas posições direta e inversa respectivamente
- **e e e'** : leitura do centro da bolha do nível com zero a esquerda nas posições direta e inversa respectivamente
- **K** : sensibilidade do nível de cavalete
- Para o Wild T2 → $k = 5''/2\text{mm}$
- Por que não se usa nível de cavalete na mira?
 - Porque em geral as miras são visadas próximas ao horizonte

3.4 Outros métodos de determinação do meridiano

- Observação a σ Octantis (no HS) → elaboração de programa → 1ª. ordem
- Por estrelas em elongação ($Q = 90^\circ$)
- Circum-elongações ($Q \sim 90^\circ$)

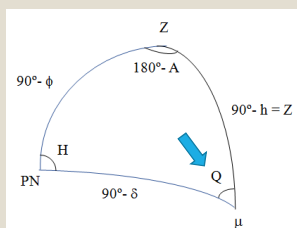


Figura 2.20 - Triângulo de posição.

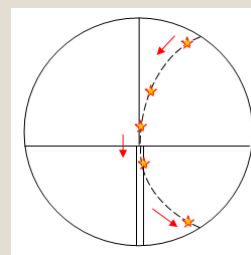


Figura 3.13 – Trajetória de uma estrela que alonga.

Astro alonga quando seu azimute passa por um máximo ou um mínimo

Condições para a elongação ser visível:

- $|\phi| \leq |\delta|$
- ϕ e $\delta \rightarrow$ mesmo sinal