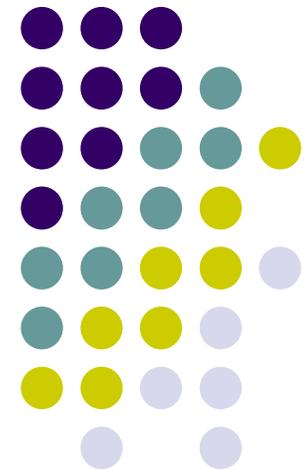


# TOPOGRAFIA

## Apostila 5

### LEITURAS ANGULARES e DISTÂNCIAS INDIRETAS

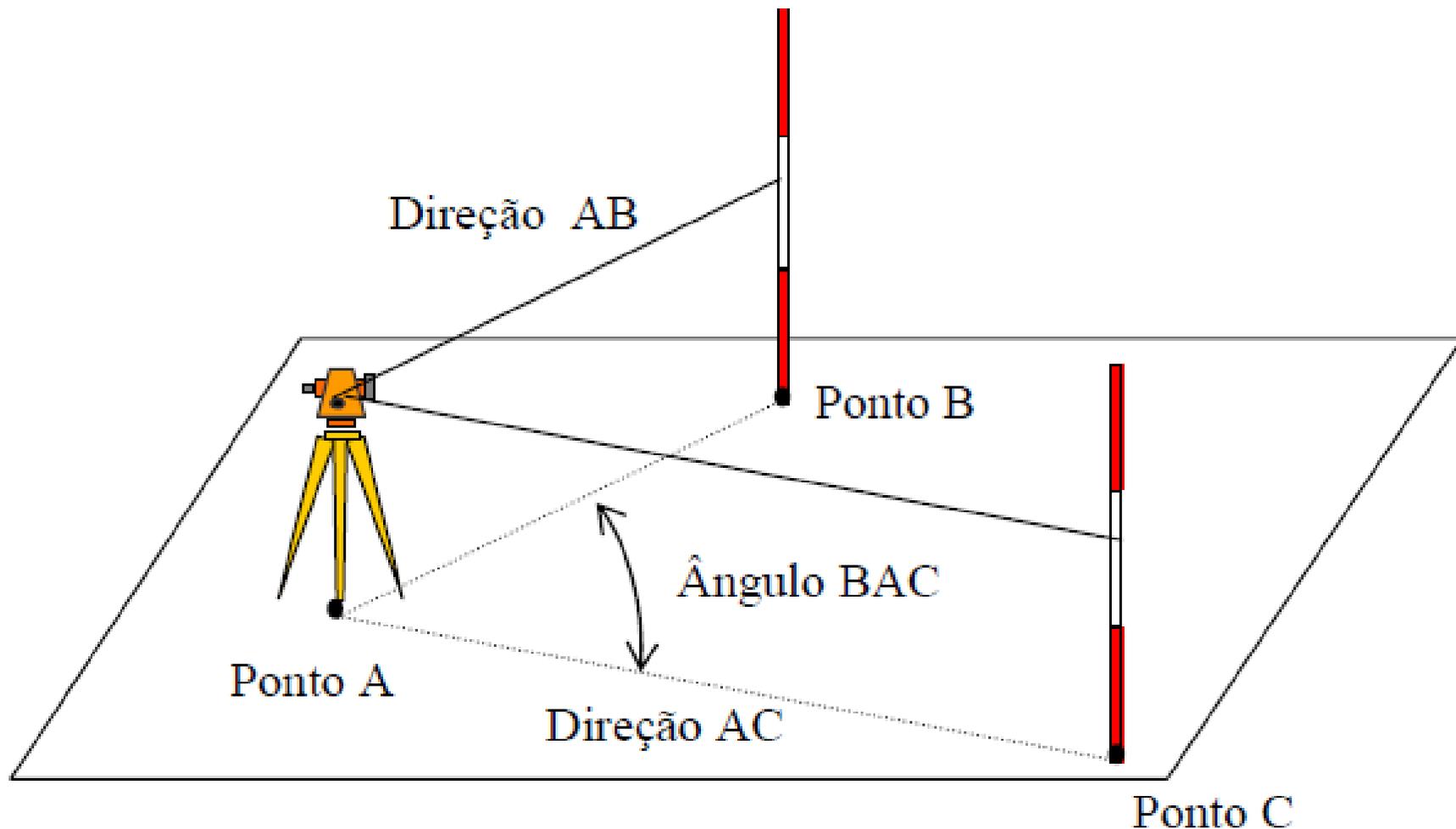
Manaus, 2019



Prof. Antonio Estanislau Sanches  
*Engenheiro Cartógrafo*

# MEDIÇÃO DE DIREÇÕES

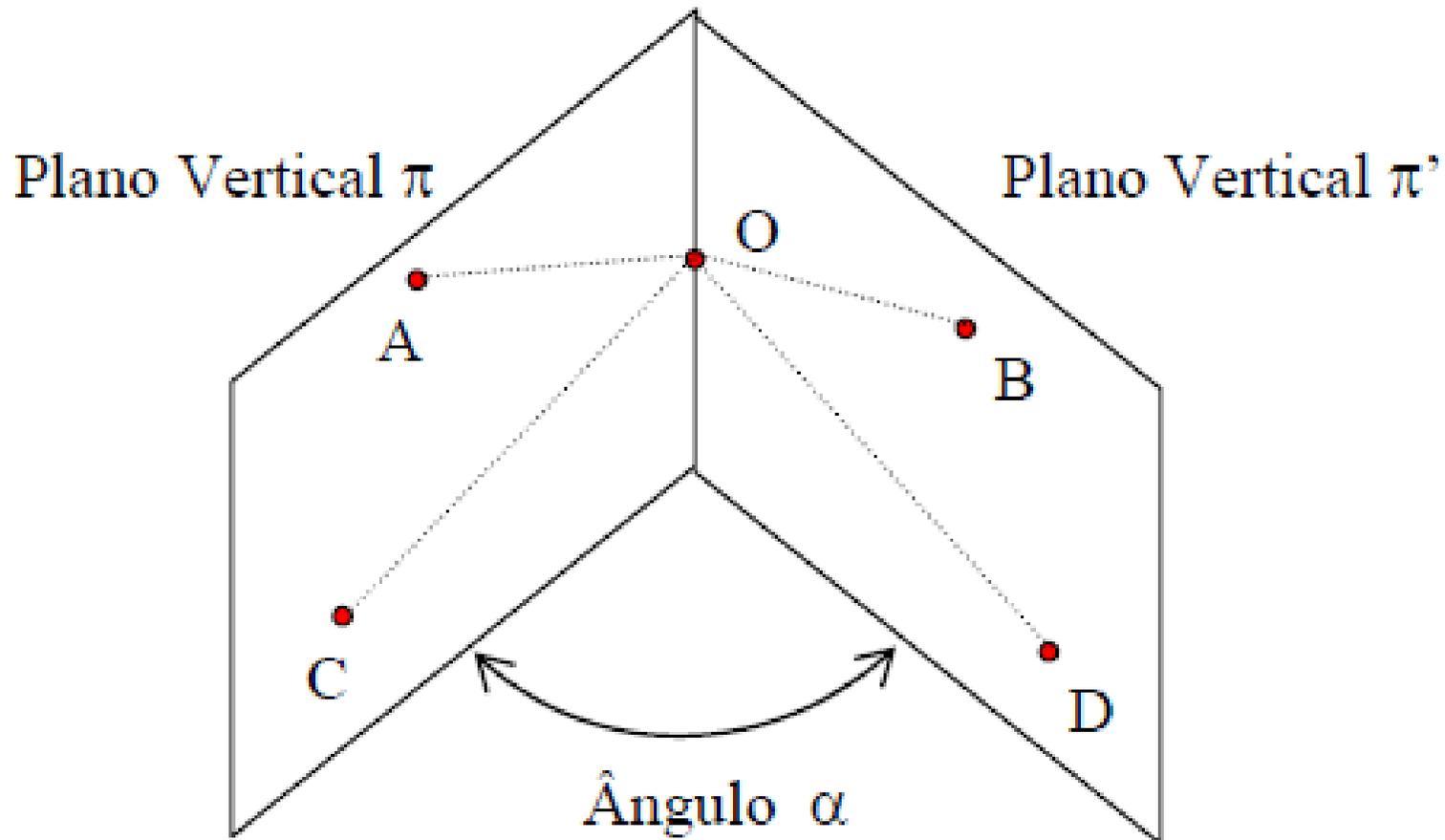
As operações básicas da topografia consistem na medição de ângulos horizontais e verticais. Para a realização destas medições emprega-se o teodolito ou a estação total.



# MEDIÇÃO DE DIREÇÕES



**ângulo horizontal:** é o ângulo formado por dois planos verticais que contêm as direções formadas pelo ponto ocupado e os pontos visados. É medido sempre na horizontal, razão pela qual o teodolito deve estar rigorosamente nivelado.

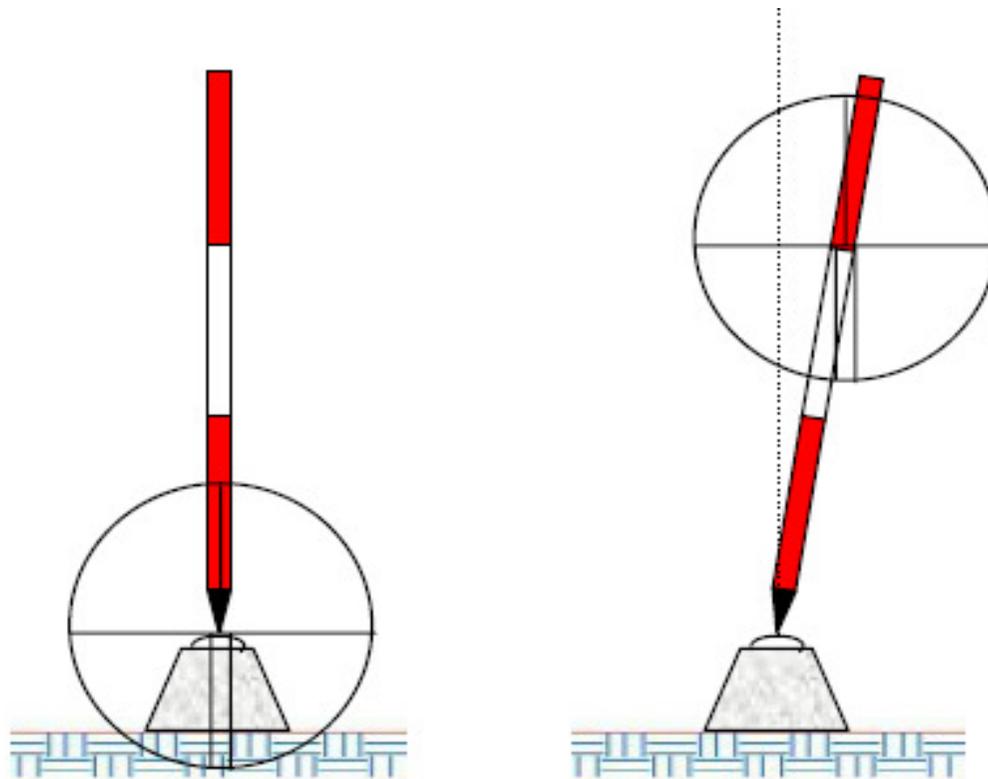


# MEDIÇÃO DE DIREÇÕES

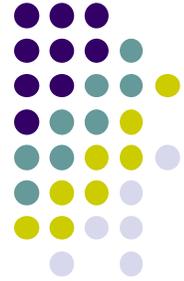


O retículo vertical deve coincidir exatamente sobre o ponto.

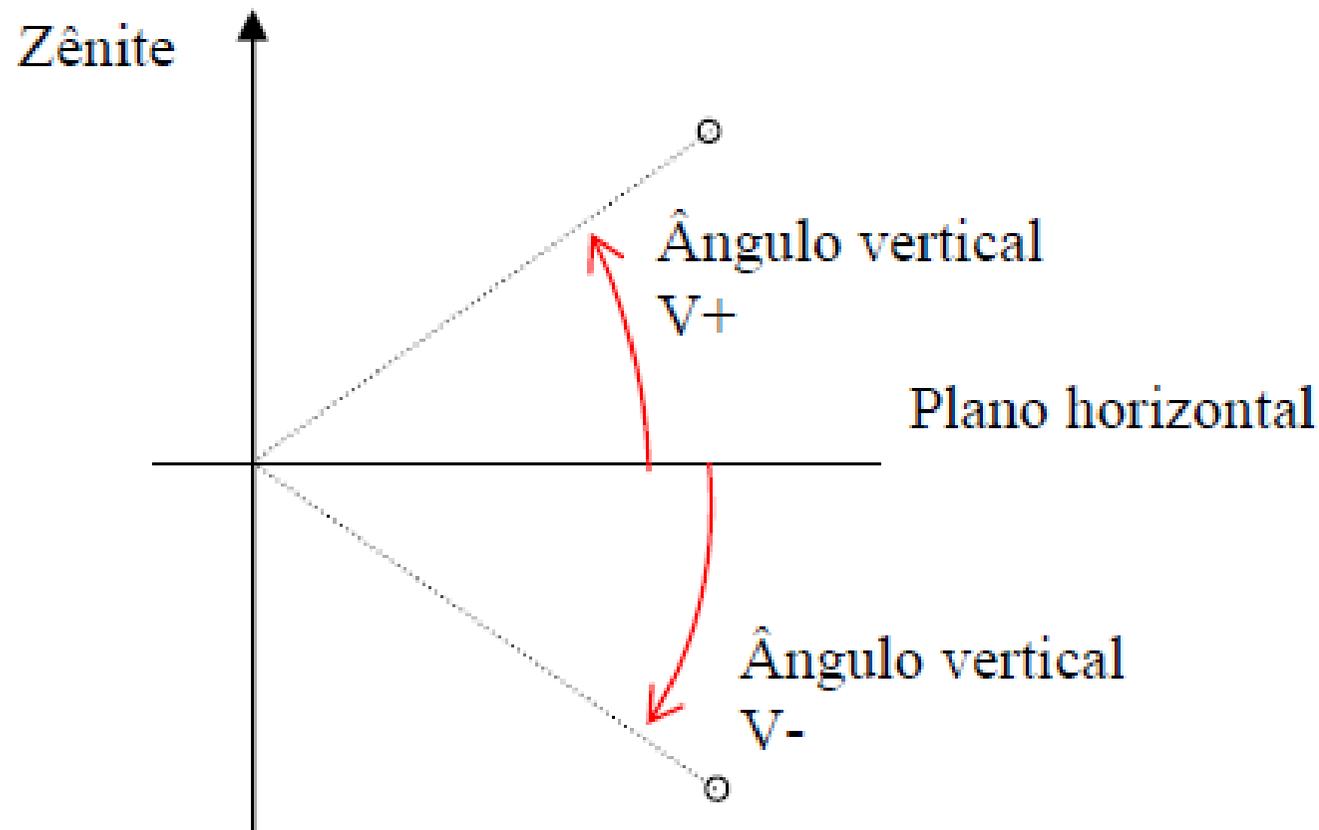
Sempre que possível a pontaria deve ser realizada o mais próximo possível do ponto, para evitar erros na leitura, principalmente quando se utiliza baliza vertical.



# MEDIÇÃO DE DIREÇÕES



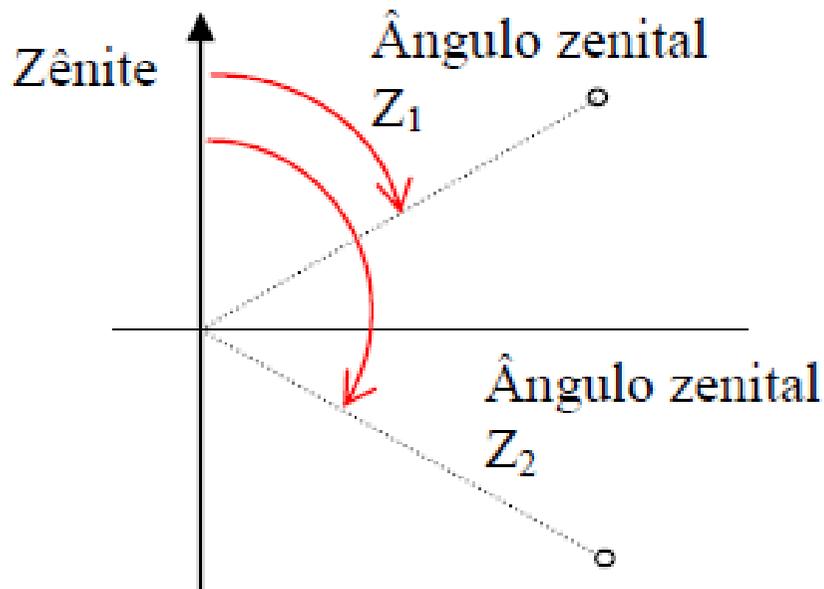
**ângulo vertical (V):** é o ângulo formado entre a linha do horizonte (*plano horizontal*) e a linha de visada, medido no plano vertical que contém os pontos. Variando de  $0^\circ$  até  $+90^\circ$  (*acima do horizonte*) e de  $0^\circ$  até  $-90^\circ$  (*abaixo do horizonte*).



# MEDIÇÃO DE DIREÇÕES



**ângulo zenital (Z):** ângulo formado entre a vertical do lugar (*zenite*) e a linha de visada. Varia de  $0^\circ$  a  $180^\circ$ , sendo a origem de contagem o zênite.



A relação entre o ângulo zenital e vertical é dada pela equação:

$$Z + V = 90^\circ$$

# MEDIÇÃO DE DIREÇÕES



Em Topografia e Geodésia os parâmetros essenciais são os ângulos e as distâncias e qualquer determinação geométrica é obtida a partir destas duas informações.

## TEODOLITOS

Os teodolitos são equipamentos destinados à medição de ângulos, horizontais ou verticais, objetivando a determinação dos ângulos internos ou externos de uma poligonal, além da posição de determinados detalhes necessários ao levantamento.

Quanto a finalidade são classificados em **topográficos**, **geodésicos** ou **astronômicos** e quanto à forma, em ópticos-mecânicos ou eletrônicos.

# MEDIÇÃO DE DIREÇÕES



## Classificação dos Teodolitos.

<i>Classe de Teodolitos</i>	<i>Desvio-padrão ou precisão angular</i>
1	precisão baixa $\leq \pm 30''$
2	precisão média $\leq \pm 07''$
3	precisão alta $\leq \pm 02''$

Fonte: ABNT

Os principais componentes de um teodolito são:

- *sistema de eixos;*
- *círculos graduados ou limbos;*
- *luneta de visada e*
- *níveis.*

# MEDIÇÃO DE DIREÇÕES

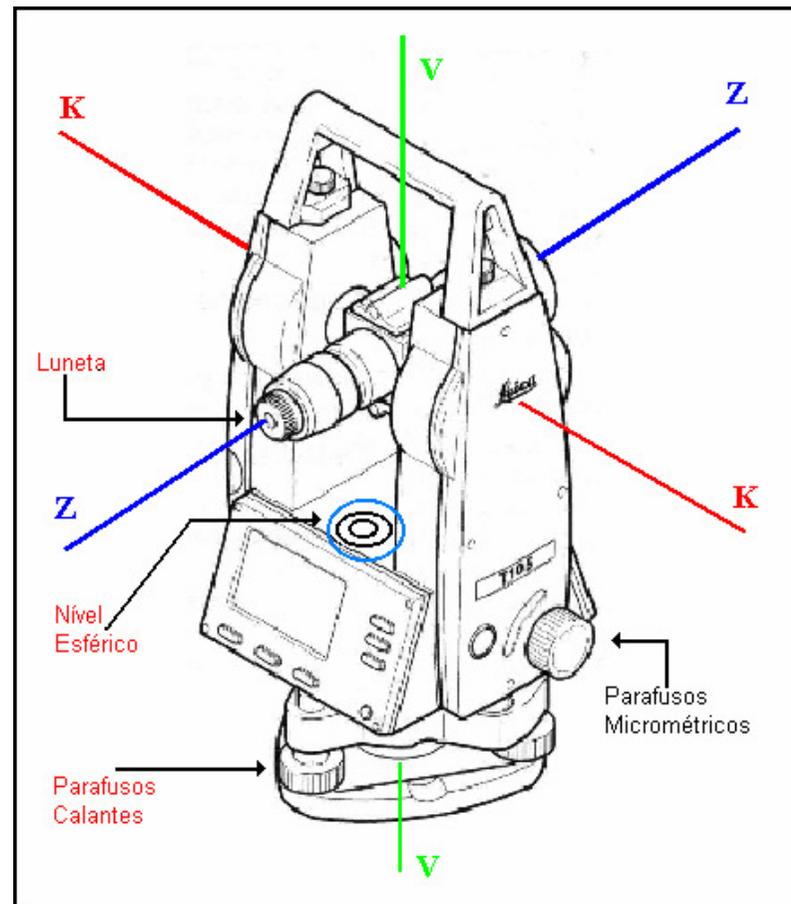


## Sistema de eixos do teodolito

**VV** : Eixo vertical, principal ou de rotação do teodolito;

**ZZ** : Eixo de colimação ou linha de visada;

**KK** : Eixo secundário ou de rotação da luneta.



# MEDIÇÃO DE DIREÇÕES

## ESTAÇÕES TOTAIS

Estação total nada mais é do que um teodolito eletrônico (*medida angular*), um distanciômetro eletrônico (*medida linear*) e um processador matemático, tudo associado num único conjunto.

Além das medidas de **ângulos** e **distâncias**, uma estação total também permite obter informações como:

- Distância reduzida ao horizonte (*distância horizontal*);
- Desnível entre os pontos (*equipamento em "A" e refletor em "B"*);
- Coordenadas dos pontos ocupados pelo refletor, a partir de uma orientação prévia.



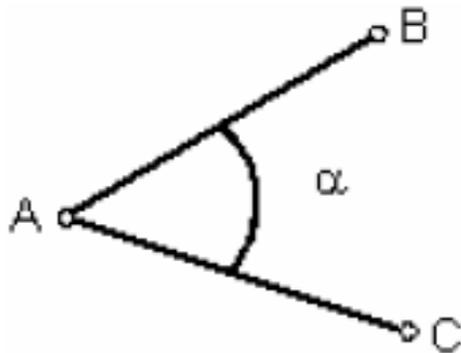
# MEDIÇÃO DE DIREÇÕES

## ESTAÇÕES TOTAIS



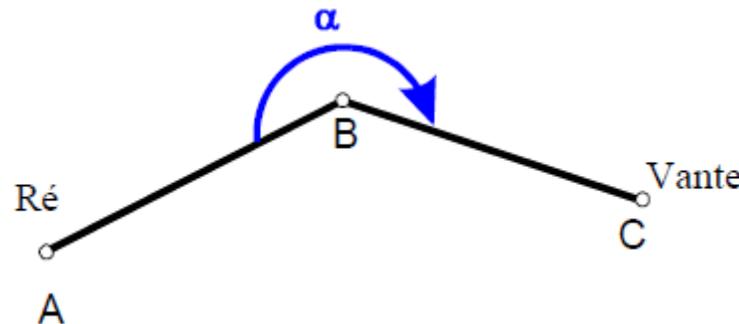
# MEDIÇÃO DE DIREÇÕES

O objetivo da planimetria é determinar o ângulo horizontal compreendido entre duas direções

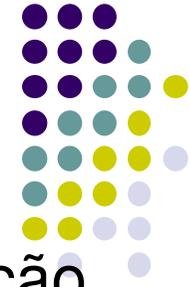


## APARELHO ORIENTADO NA RÉ

Zera-se o instrumento na estação ré e faz-se a pontaria na estação de vante. A medição do o ângulo externo entre os pontos A B C é realizado no sentido horário.



# MEDIÇÃO DE DIREÇÕES HORIZONTAIS

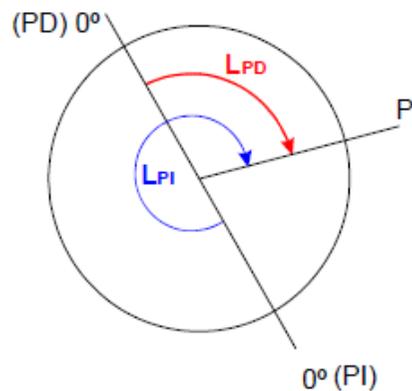


## PARES CONJUGADOS (PD E PI)

As leituras são feitas na posição direta da luneta e na posição inversa.

LPD - Leitura em PD

LPI - Leitura em PI

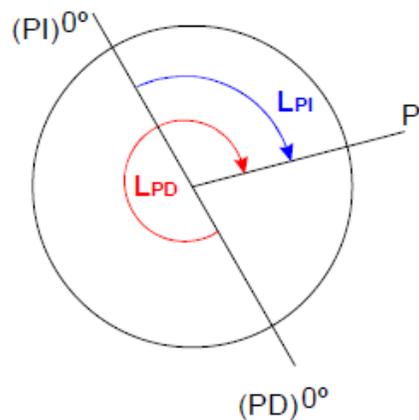


$$L = \frac{L_{PD} + L_{PI} - 180}{2}$$

$$L = \frac{L_{PD} + L_{PI} \pm 90}{2}$$

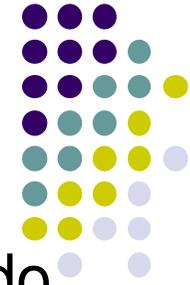
onde: + se  $PD > PI$

- se  $PD < PI$



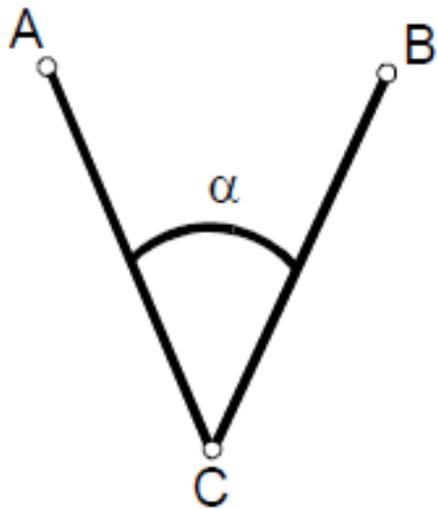
$$L = \frac{L_{PD} + L_{PI} + 180}{2}$$

# MEDIÇÃO DE DIREÇÕES HORIZONTAIS



## PARES CONJUGADOS (PD E PI) - Exemplo:

Foram medidas duas direções A e B para a determinação do ângulo  $\alpha$ . Estas medidas foram feitas em PD e PI.



	Pontaria A (ré)	Pontaria B (vante)
<i>PD</i>	0° 00' 00"	1° 46' 00"
<i>PI</i>	180° 00' 00"	181° 48' 00"
<i>L</i>	0° 00' 00"	1° 47' 00"

$$\alpha = L_B - L_A$$

$$\alpha = 1^{\circ}47' - 0^{\circ}00'$$

$$\alpha = 1^{\circ}47'$$

$$L_A = \frac{L_{PD} + L_{PI} - 180}{2}$$

$$L_A = \frac{0^{\circ}0' + 180^{\circ}00' - 180}{2}$$

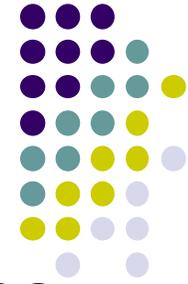
$$L_A = 0^{\circ}00'$$

$$L_B = \frac{L_{PD} + L_{PI} - 180}{2}$$

$$L_B = \frac{1^{\circ}46' + 181^{\circ}48' - 180}{2}$$

$$L_B = 1^{\circ}47'$$

# MEDIÇÃO DE DIREÇÕES



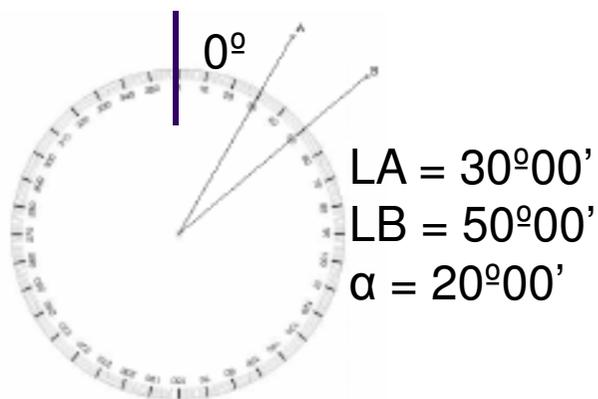
## MEDIDAS COM REITERAÇÕES

- Existem alguns teodolitos chamados reiteradores, que possuem um parafuso reiterador que permite reiterar o limbo, ou seja, deslocar o limbo independentemente da alidade;
- Fixado o número de reiterações  $n$ , efetuam-se  $n$  pares de leituras conjugadas, tendo o cuidado de deslocar a origem da graduação de forma a cobrir todo o círculo horizontal.

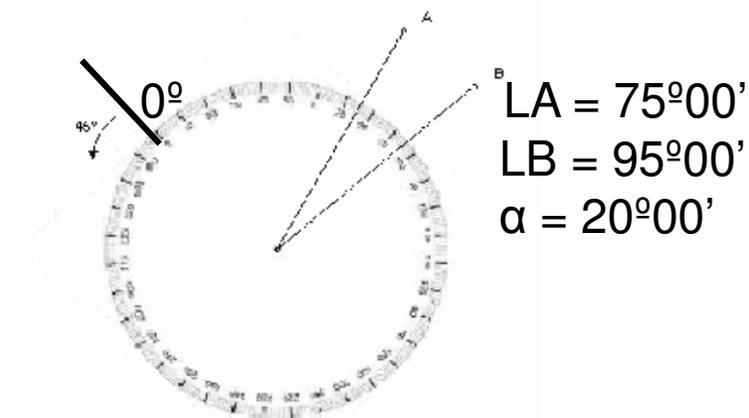
# MEDIÇÃO DE DIREÇÕES



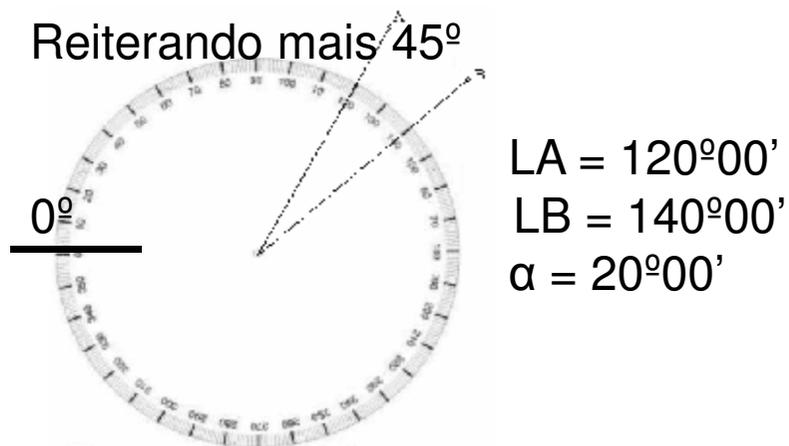
limbo em uma posição inicial  
realizam-se as leituras das direções



Reiterando  $45^\circ$



Reiterando mais  $45^\circ$



# MEDIÇÃO DE DIREÇÕES



## LEITURA C/ PARES CONJUGADOS (PD E PI) E REITERAÇÕES

Foram medidas duas direções A e B para a determinação do ângulo  $\alpha$ , reiterando nas posições  $0^\circ$  ;  $45^\circ$  ;  $90^\circ$  e  $135^\circ$  .

	A (ré)	B(vante)	
PD	0°31'45,5"	9°40'15,5"	
PI	180°31'44,1"	189°40'15,7"	
L1	0°31'44,8"	9°40'15,5"	$\alpha_1 = 9^\circ 08' 30,8''$
PD	45°33'11,9"	54°41'42,8"	
PI	225°33'15,9"	234°41'42,4"	
L2	45°33'13,9"	54°41'42,6"	$\alpha_2 = 9^\circ 08' 28,7''$
PD	90°25'44,2"	99°34'13,3"	
PI	270°25'44,5"	279°34'14,6"	
L3	90°25'44,3"	99°34'13,9"	$\alpha_3 = 9^\circ 08' 29,6''$
PD	135°26'51,3"	144°35'18,9"	
PI	315°26'47,8"	324°35'15,9"	
L4	135°26'49,5"	144°35'17,4"	$\alpha_4 = 9^\circ 08' 27,9''$

$$\alpha = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{4}$$

$$\alpha = 9^\circ 08' 29,2''$$

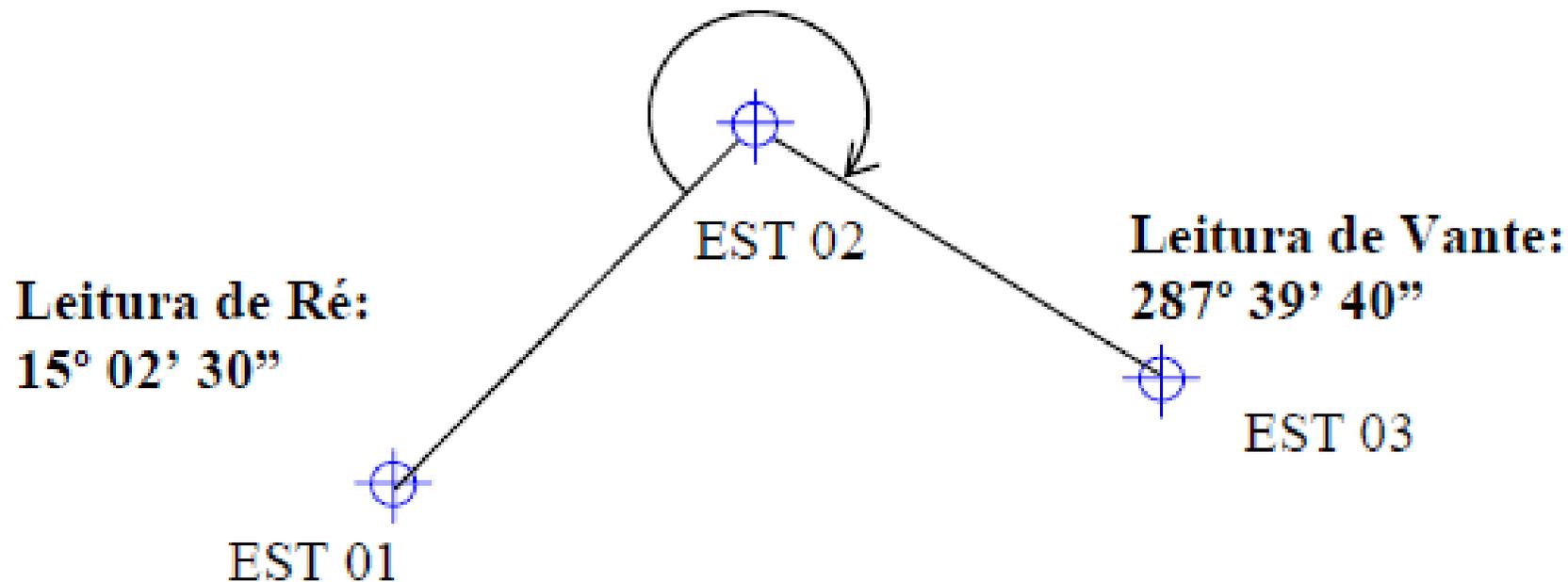
# TÉCNICAS de LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO



Estaciona-se o equipamento na estação onde serão efetuadas as medições, faz-se a pontaria na estação ré, depois faz-se a pontaria na estação vante. O ângulo horizontal externo será:

**ângulo alfa = leitura de vante – leitura de ré**

$$\hat{\text{Ângulo horizontal}} = 287^{\circ} 39' 40'' - 15^{\circ} 02' 30'' = 272^{\circ} 37' 10''$$



# ESCRITURAÇÃO DE CADERNETA DE CAMPO – HORIZONTAL



ÂNGULOS HORIZONTAIS

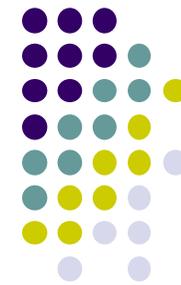
$$L = \frac{L_{PD} + L_{PI} - 180}{2}$$

$$Resíduo = \frac{PD - PI - 180}{2} \quad \text{OU} \quad Resíduo = \frac{PI - PD - 180}{2}$$

$$PD_{corrig} = PD - Resíduo$$

Leitura	Ré: Canto	Vante: 2 A
PD	0°00'00"	202°25'24"
PI	179°59'56"	22°25'32"
Resíduo		
PD corg		
alfa		

# ESCRITURAÇÃO DE CADERNETA DE CAMPO – HORIZONTAL



ÂNGULOS HORIZONTAIS

$$L = \frac{L_{PD} + L_{PI} - 180}{2}$$

$$Resíduo = \frac{PD - PI - 180}{2} \quad \text{OU} \quad Resíduo = \frac{PI - PD - 180}{2}$$

$$PD_{corrig} = PD - Resíduo$$

Leitura	Ré: Canto	Vante: 2 A
PD	0°00'00"	202°25'24"
PI	179°59'56"	22°25'32"
Resíduo	-0°00'02"	-0°00'04"
PD corg	0°00'02"	202°25'28"
alfa		202°25'26"

Sendo:

$$\alpha = PD_{Vt} - PD_{Ré}$$

# ESCRITURAÇÃO DE CADERNETA DE CAMPO – HORIZONTAL



## ÂNGULOS HORIZONTAIS

$$\text{Resíduo} = \frac{PD - PI - 180}{2} \quad \text{OU} \quad \text{Resíduo} = \frac{PI - PD - 180}{2}$$

$$PD_{\text{corg}} = PD - \text{Resíduo}$$

Leitura	Ré: Canto	Vante: 2 A
PD	120°00'00"	26°49'23"
PI	300°00'11"	206°49'27"
Resíduo		
PD corg		
alfa		

Sendo:

$$\alpha = PD_{Vt} - PD_{Ré}$$

# ESCRITURAÇÃO DE CADERNETA DE CAMPO – HORIZONTAL



ÂNGULOS HORIZONTAIS

$$L = \frac{L_{PD} + L_{PI} - 180}{2}$$

$$Resíduo = \frac{PD - PI - 180}{2} \quad \text{OU} \quad Resíduo = \frac{PI - PD - 180}{2}$$

$$PD_{corg} = PD - Resíduo$$

Leitura	Ré: Canto	Vante: 2 A
PD	120°00'00"	26°49'23"
PI	300°00'11"	206°49'27"
Resíduo	0°00'05"	0°00'02"
PD corg	119°59'55"	26°49'21"
alfa		266°49'26"

Sendo:

$$\alpha = PD_{Vt} - PD_{Ré}$$

# Exercício:

ÂNGULOS HORIZONTAIS

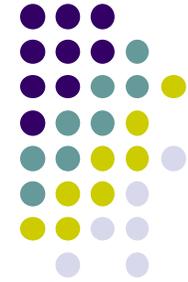
$$L = \frac{L_{PD} + L_{PI} - 180}{2}$$

alfa = Vante – Ré



Leitura	Ré: 2 A	Vt: 4 A
PD	240°00'00"	95°49'21"
PI	60°00'04"	275°50'06"
Resíduo	-0,0002	0,0023
PD corg	240,0002	95,4859
alfa		215,4856

# ESCRITURAÇÃO DE CADERNETA DE CAMPO – HORIZONTAL



ÂNGULOS HORIZONTAIS

$$L = \frac{L_{PD} + L_{PI} - 180}{2}$$

alfa = Vante – Ré

Leitura	Ré: 2 A	Vt: 4 A
PD	240°00'00"	95°49'21"
PI	60°00'04"	275°50'06"
Resíduo	-0°00'02"	0°00'23"
PD corg	240°00'02"	95°48'58"
alfa		215°48'56"

## MEDIÇÃO DE DIREÇÕES VERTICAIS



Na leitura da **direção zenital** a soma dos valores das leituras obtidas em PD e em PI, deve ser igual a  $360^{\circ}$ .

$$360 = Z_{PI} + Z_{PD}$$

# MEDIÇÃO DE DIREÇÕES VERTICAIS



## ÂNGULOS VERTICAIS

$$\varepsilon = \frac{360 - (Z_{Pd} + Z_{Pi})}{2}$$

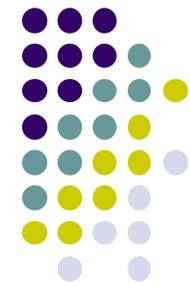
soma = PD + PI

Média = (Soma - 360)/2

Z = menor<sub>(PI ou PD)</sub> - Média

	(Z) VERTICAL - VANTE	Fios	Leitura Mira
PD	269°51'46"	fi	240
PI	90°08'00"	fm	300
SOMA		fs	360
MEDIA		Med	
Z		Dist	

# MEDIÇÃO DE DIREÇÕES VERTICAIS



soma = PD + PI

$$\varepsilon = \frac{360 - (Z_{pd} + Z_{pi})}{2}$$

$$Z = \text{menor}_{(PI \text{ ou } PD)} - \varepsilon$$

Média = (Soma – 360)/2

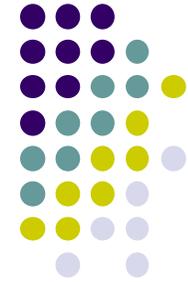
Z = menor<sub>(PI ou PD)</sub> – Média

	(Z) VERTICAL - VANTE	Fios	Leitura Mira
<b>PD</b>	269°51'46"	fi	240
<b>PI</b>	90°08'00"	fm	300
<b>SOMA</b>	359°59'46"	fs	360
<b>MEDIA</b>	-0°00'07"	Med	300
<b>Z</b>	90°08'07"	Dist	120

# MEDIÇÃO DE DISTÂNCIAS c/ MIRA

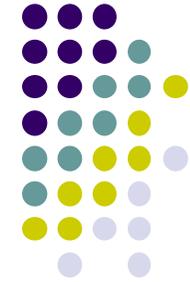
$$\text{Méd} = (f_s + f_i)/2 \quad \text{e} \quad \text{Méd} = f_m$$

$$\text{Dist} = (f_s - f_i)\cos^2(90 - Z)$$



	(Z) VERTICAL - VANTE	Fios	Leitura Mira
<b>PD</b>	269°51'46"	f <sub>i</sub>	240
<b>PI</b>	90°08'00"	f <sub>m</sub>	300
<b>SOMA</b>	359°59'46"	f <sub>s</sub>	360
<b>MEDIA</b>	-0°00'07"	Med	300
<b>Z</b>	<b>90°08'07"</b>	Dist	<b>120</b>

# MEDIÇÃO DE DIREÇÕES VERTICAIS



soma = PD + PI

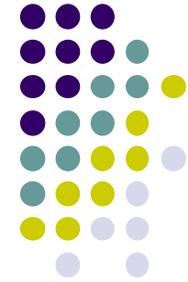
$$\varepsilon = \frac{360 - (Z_{Pd} + Z_{Pi})}{2}$$

Média = (Soma - 360)/2

Z = menor<sub>(PI ou PD)</sub> - Média

	(Z) VERTICAL - VANTE	Fios	Leitura Mira
PD	271°38'50"	fi	240
PI	88°21'16"	fm	300
SOMA		fs	360
MEDIA		Med	
Z		Dist	

# MEDIÇÃO DE DIREÇÕES VERTICAIS



$$\text{Méd} = (fs + fi) / 2$$

$$\text{Méd} = fm$$

$$\text{Dist} = (fs - fi) \cos^2(90 - Z)$$

	(Z) VERTICAL - VANTE	Fios	Leitura Mira
PD	271°38'50"	fi	240
PI	88°21'16"	fm	300
SOMA	<b>360°00'06"</b>	fs	360
MEDIA	<b>0°00'03"</b>	Med	<b>200</b>
Z	<b>88°21'13"</b>	Dist	<b>69,94</b>

# LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO

Num levantamento planimétrico são determinados pontos de apoio e a partir desses, são levantados os demais pontos que permitem representar o contorno da área a ser levantada.



A primeira etapa é ser chamada de levantamento do apoio topográfico, que é a determinação da POLIGONAL e a segunda de, irradiação para o levantamento de detalhes.

## Materialização dos pontos de apoio

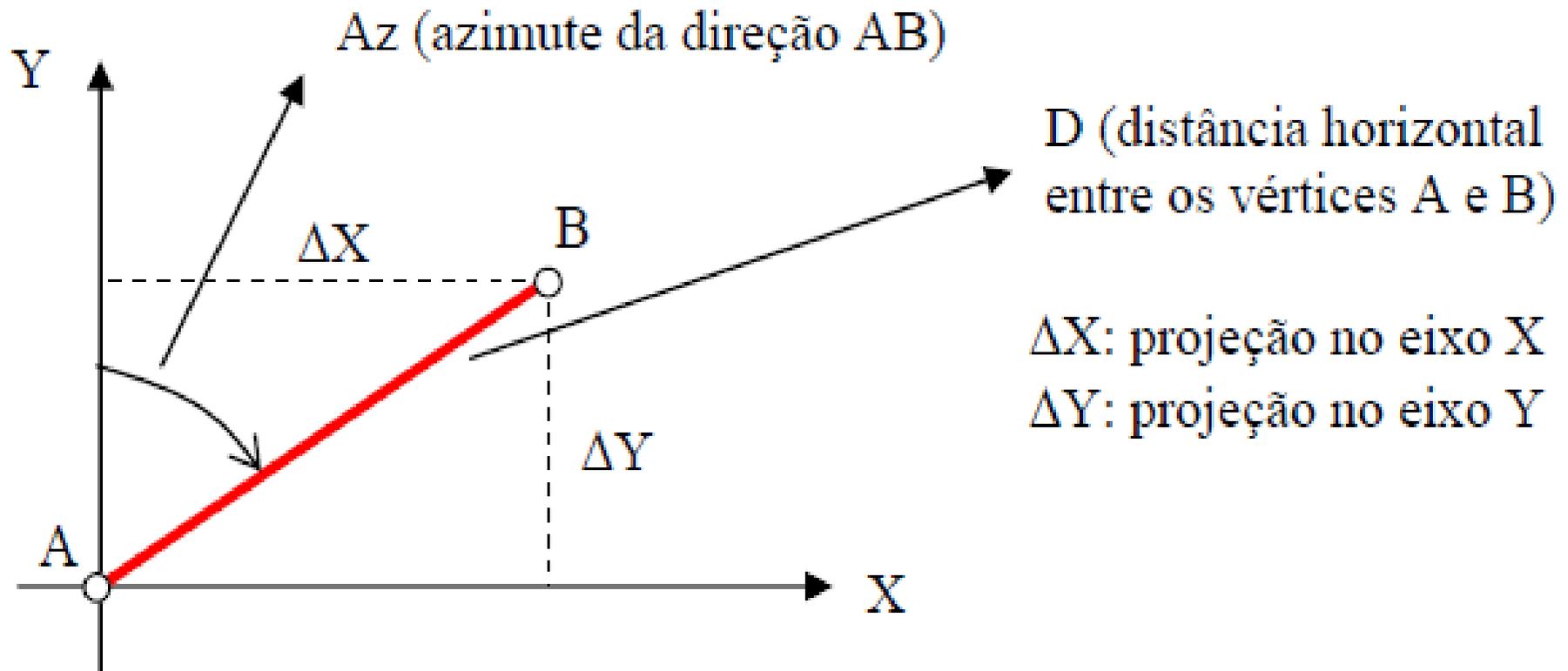
São materializados por estacas, piquetes, marcos de concreto, pinos de metal ou tinta, dependendo da sua importância e permanência.



# CÁLCULO de COORDENADAS na PLANIMETRIA



As projeções planas são obtidas em função da distância entre os vértices de um alinhamento e o seu azimute. Pode-se dizer que a projeção em “X” é a representação da distância entre os dois vértices do alinhamento sobre o eixo das abscissas e a projeção em “Y” a representação da mesma distância sobre o eixo das ordenadas.



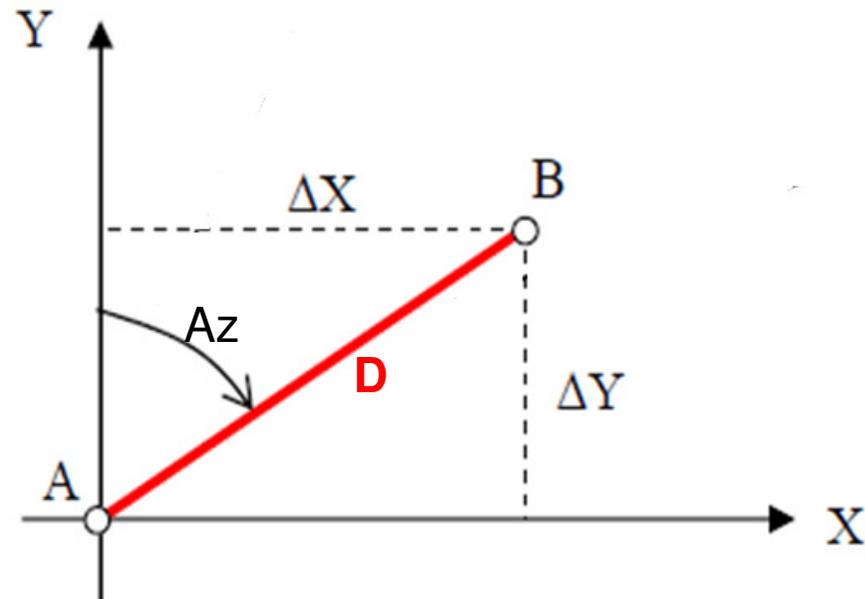
# CÁLCULO de COORDENADAS na PLANIMETRIA



Utilizando os conceitos de trigonometria plana é possível calcular as projeções em “X” e “Y” da seguinte forma:

$$\Delta X = D \cdot \text{sen } A_z$$

$$\Delta Y = D \cdot \text{cos } A_z$$



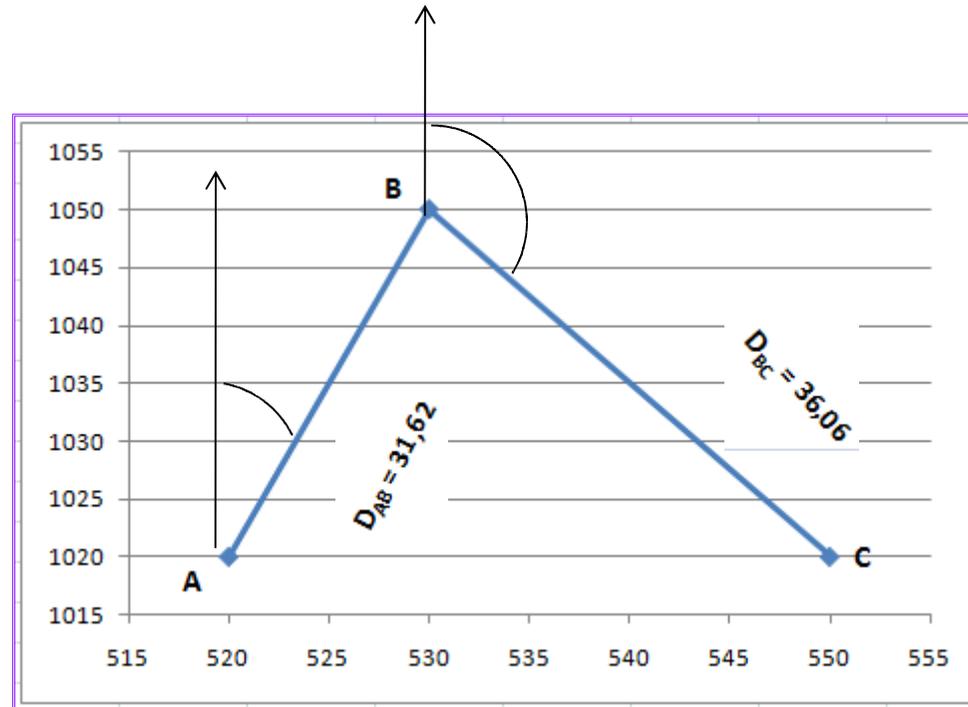
# CÁLCULO de COORDENADAS na PLANIMETRIA



$$E_B = E_A + D * \text{sen}(AZ_{AB})$$

$$N_B = N_A + D * \text{cos}(AZ_{AB})$$

$E_A$	$N_A$
520	1020



$$AZ_{AB} = 18,43495$$

$$AZ_{BC} = 146,30993$$

$E_B$



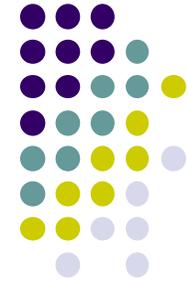
$E_B$

$N_B$



$N_B$

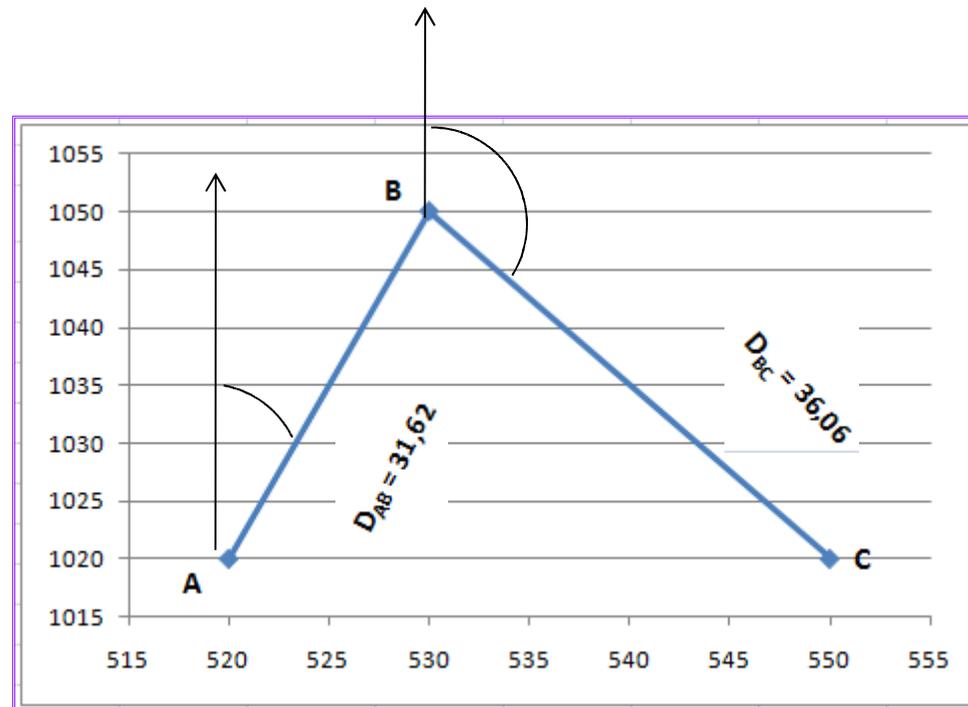
# CÁLCULO de COORDENADAS na PLANIMETRIA



$$E_B = E_A + D * \text{sen}(AZ_{AB})$$

$$N_B = N_A + D * \text{cos}(AZ_{AB})$$

$E_A$	$N_A$
520	1020



$$AZ_{AB} = 18,43495$$

$$AZ_{BC} = 146,30993$$

$$E_B = 520 + 31,62 * \text{Sen}(18,43495) \longrightarrow E_B = 530$$

$$N_B = 1020 + 31,62 * \text{Cos}(18,43495) \longrightarrow N_B = 1050$$

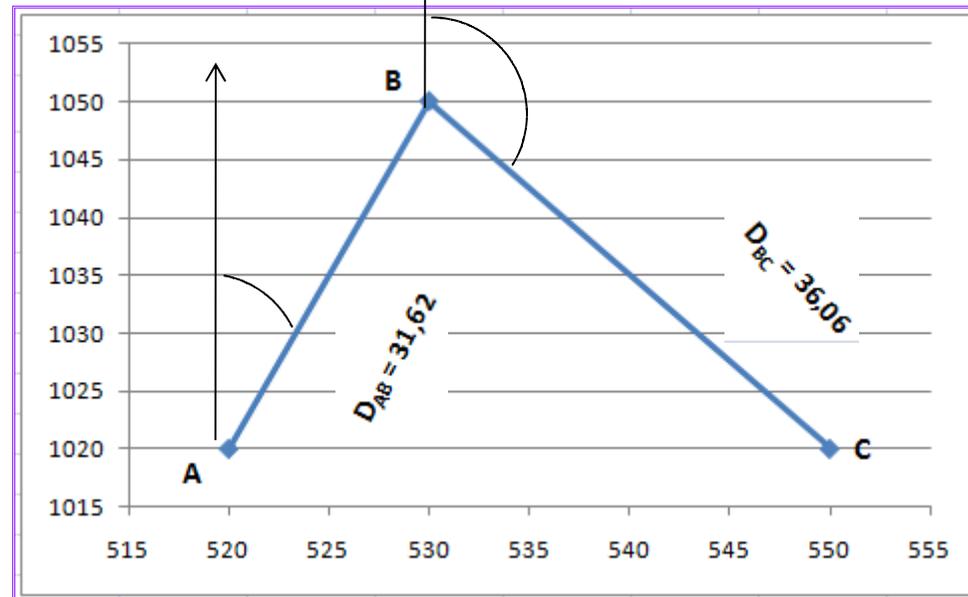
# CÁLCULO de COORDENADAS na PLANIMETRIA



$$E_C = E_B + D * \text{sen}(Az_{BC})$$

$$N_C = N_B + D * \text{cos}(Az_{BC})$$

$E_B$	$N_B$
530	1050



$$AZ_{AB} = 18,43495$$

$$AZ_{BC} = 146,30993$$

$$E_C = 530 + 36,06 * \text{Sen}(146,30993) \longrightarrow E_C = 550$$

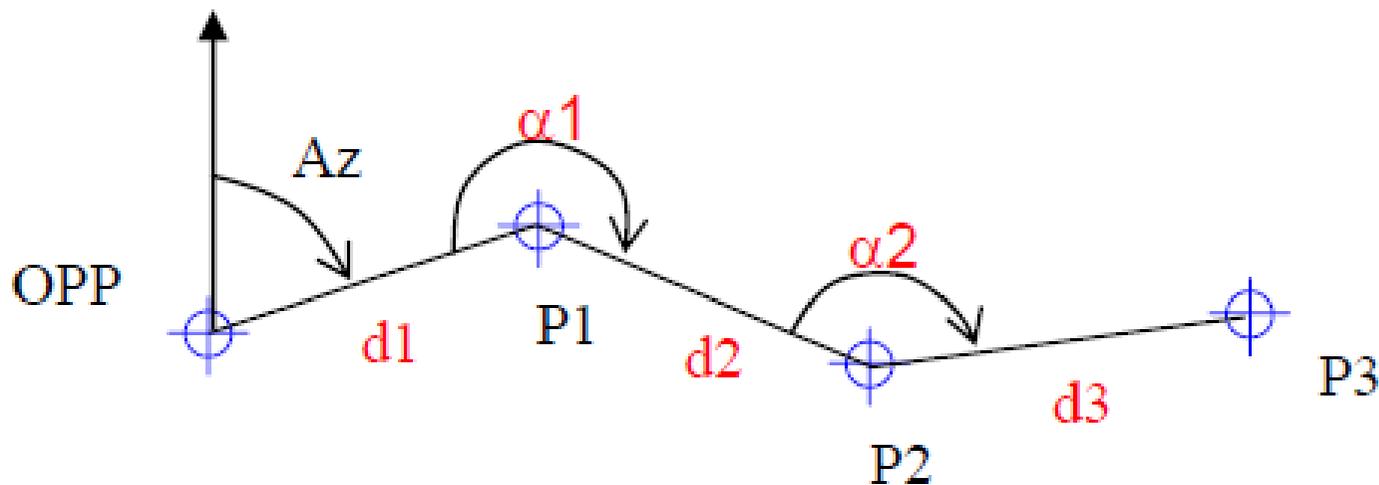
$$N_C = 1050 + 36,06 * \text{Cos}(146,30993) \longrightarrow N_C = 1020$$

# TÉCNICAS de LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO



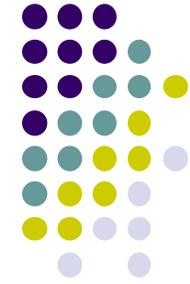
A **POLIGONAÇÃO** é um dos métodos mais empregados para a determinação de coordenadas de pontos em topografia, principalmente na definição de pontos de apoio planimétricos.

Uma poligonal consiste de uma série de linhas consecutivas onde são medidos os comprimentos e as direções.

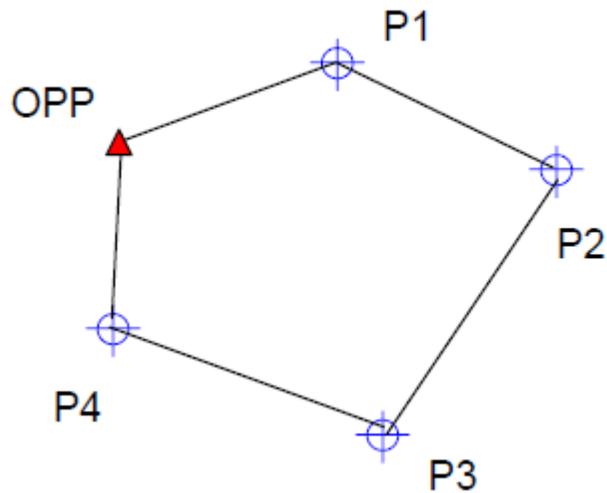


A poligonal é levantada através do *caminhamento*, percorrendo-se um itinerário, medindo ângulos e lados, a partir de uma orientação inicial.

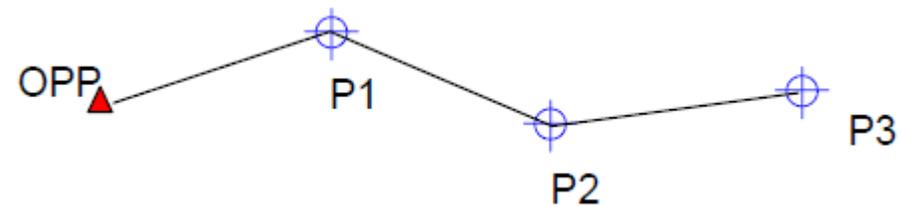
# TÉCNICAS de LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO



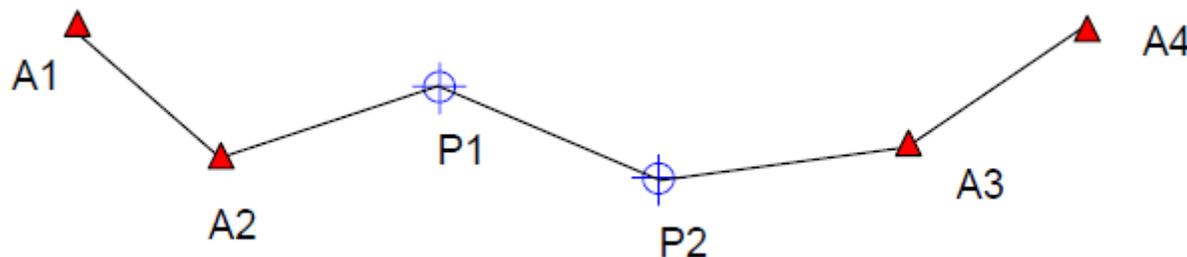
Utilizando-se uma poligonal é possível definir uma série de pontos de apoio ao levantamento topográfico, a partir dos quais serão determinadas coordenadas de outros pontos, através do método de irradiação.



**Poligonal fechada**



**Poligonal aberta**

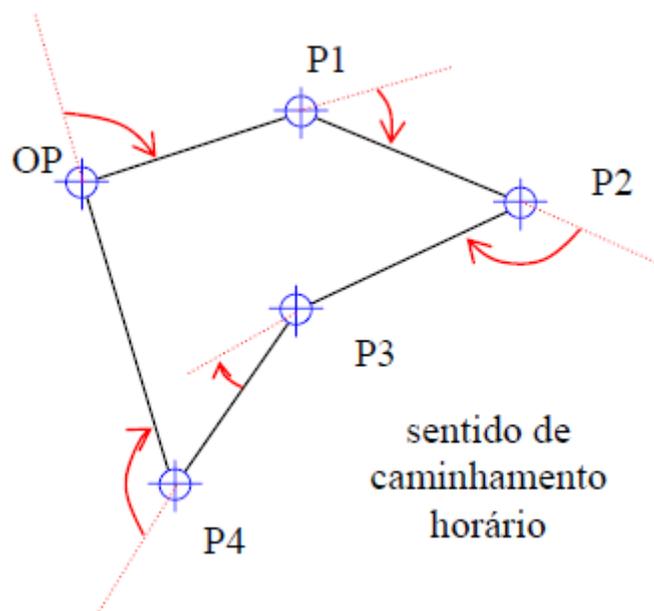


**Poligonal enquadrada**

# TÉCNICAS de LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO



O sentido de caminhamento do levantamento da poligonal é o sentido horário. No sentido de caminhamento da poligonal, a estação anterior à estação ocupada é denominada de estação RÉ e a estação seguinte de VANTE.



**Ângulos de deflexão de uma poligonal fechada (*sentido horário*)**



**Estação Ré e Vante**

# EXERCÍCIO



Estação	Leitura	Ré: 2 B	Vante: 4 B
3 B	PD =	0° 00' 00"	232° 41' 02"
	PI =	179° 59' 44"	52° 41' 11"
	residuo =		
	PD <sub>corrigido</sub> =		
	alfa =		

Estação	Leitura	Ré: 2 B	Vante: 4 B
3 B	PD =	60° 00' 00"	292° 41' 35"
	PI =	240° 00' 19"	112° 41' 43"
	residuo =		
	PD <sub>corrigido</sub> =		
	alfa =		

Estação	Leitura	Ré: 2 B	Vante: 4 B
3 B	PD =	120° 00' 00"	352° 41' 51"
	PI =	300° 00' 02"	172° 41' 44"
	residuo =		
	PD <sub>corrigido</sub> =		
	alfa =		

# EXERCÍCIO



Estação	Leitura	Ré: 2 B	Vante: 4 B
3 B	PD =	0° 00' 00"	232° 41' 02"
	PI =	179° 59' 44"	52° 41' 11"
	residuo =	-0° 00' 08"	-0° 00' 04"
	PD <sub>corrigido</sub> =	0° 00' 08"	232° 41' 07"
	alfa =		232° 40' 59"

Alfa<sub>1</sub>

Estação	Leitura	Ré: 2 B	Vante: 4 B
3 B	PD =	60° 00' 00"	292° 41' 35"
	PI =	240° 00' 19"	112° 41' 43"
	residuo =		
	PD <sub>corrigido</sub> =		
	alfa =		

Estação	Leitura	Ré: 2 B	Vante: 4 B
3 B	PD =	120° 00' 00"	352° 41' 51"
	PI =	300° 00' 02"	172° 41' 44"
	residuo =		
	PD <sub>corrigido</sub> =		
	alfa =		

# SOLUÇÃO EXERCÍCIO



Estação	Leitura	Ré: 2 B	Vante: 4 B
3 B	PD =	0° 00' 00"	232° 41' 02"
	PI =	179° 59' 44"	52° 41' 11"
	residuo =	-0° 00' 08"	-0° 00' 04"
	PD <sub>corrigido</sub> =	0° 00' 08"	232° 41' 07"
	alfa =		232° 40' 59"

Alfa<sub>1</sub>

Estação	Leitura	Ré: 2 B	Vante: 4 B
3 B	PD =	60° 00' 00"	292° 41' 35"
	PI =	240° 00' 19"	112° 41' 43"
	residuo =	0° 00' 10"	-0° 00' 04"
	PD <sub>corrigido</sub> =	59° 59' 51"	292° 41' 39"
	alfa =		232° 41' 49"

Alfa<sub>2</sub>

Estação	Leitura	Ré: 2 B	Vante: 4 B
3 B	PD =	120° 00' 00"	352° 41' 51"
	PI =	300° 00' 02"	172° 41' 44"
	residuo =	0° 00' 01"	0° 00' 04"
	PD <sub>corrigido</sub> =	119° 59' 59"	352° 41' 48"
	alfa =		232° 41' 49"

Alfa<sub>3</sub>

# SOLUÇÃO

## Planilha PREPARA EXERCÍCIO

Estação	Leitura	Ré: 2 B	Vante: 4 B
3 B	PD =	0° 00' 00"	232° 41' 02"
	PI =	179° 59' 44"	52° 41' 11"
	residuo =	-0° 00' 08"	-0° 00' 04"
	PD <sub>corrigido</sub> =	0° 00' 08"	232° 41' 07"
	alfa =		232° 40' 59"

Estação	Leitura	Ré: 2 B	Vante: 4 B
3 B	PD =	60° 00' 00"	292° 41' 35"
	PI =	240° 00' 19"	112° 41' 43"
	residuo =	0° 00' 10"	-0° 00' 04"
	PD <sub>corrigido</sub> =	59° 59' 51"	292° 41' 39"
	alfa =		232° 41' 49"

Estação	Leitura	Ré: 2 B	Vante: 4 B
3 B	PD =	120° 00' 00"	352° 41' 51"
	PI =	300° 00' 02"	172° 41' 44"
	residuo =	0° 00' 01"	0° 00' 04"
	PD <sub>corrigido</sub> =	119° 59' 59"	352° 41' 48"
	alfa =		232° 41' 49"

Estação	2 B p/ 4 B	
3 B	alfa1 =	232° 40' 59"
	alfa2 =	232° 41' 49"
	alfa3 =	232° 41' 49"
	Média =	

# SOLUÇÃO

## Planilha PREPARA EXERCÍCIO

Estação	Leitura	Ré: 2 B	Vante: 4 B
3 B	PD =	0° 00' 00"	232° 41' 02"
	PI =	179° 59' 44"	52° 41' 11"
	residuo =	-0° 00' 08"	-0° 00' 04"
	PD <sub>corrigido</sub> =	0° 00' 08"	232° 41' 07"
	alfa =		232° 40' 59"

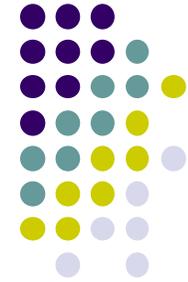
Estação	Leitura	Ré: 2 B	Vante: 4 B
3 B	PD =	60° 00' 00"	292° 41' 35"
	PI =	240° 00' 19"	112° 41' 43"
	residuo =	0° 00' 10"	-0° 00' 04"
	PD <sub>corrigido</sub> =	59° 59' 51"	292° 41' 39"
	alfa =		232° 41' 49"

Estação	Leitura	Ré: 2 B	Vante: 4 B
3 B	PD =	120° 00' 00"	352° 41' 51"
	PI =	300° 00' 02"	172° 41' 44"
	residuo =	0° 00' 01"	0° 00' 04"
	PD <sub>corrigido</sub> =	119° 59' 59"	352° 41' 48"
	alfa =		232° 41' 49"

Estação	2 B p/ 4 B	
3 B	alfa1 =	232° 40' 59"
	alfa2 =	232° 41' 49"
	alfa3 =	232° 41' 49"
	Média =	

Estação	2 B p/ 4 B	
3 B	alfa1 =	232° 40' 59"
	alfa2 =	232° 41' 49"
	alfa3 =	232° 41' 49"
	Média =	232° 41' 52"

# Cálculo ângulo zenital



Leitura	(Z) = VERTICAL - Vante
PD	89° 49' 14"
PI	270° 10' 20"
SOMA	
Média	
Z =	

Fios	Leitura Mira
<i>fi</i>	55,8
<i>fm</i>	100,0
<i>fs</i>	144,5
<i>Med</i>	
<i>Dist=</i>	

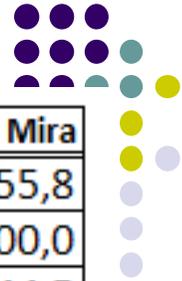
Leitura	(Z) = VERTICAL - Vante
PD	89° 49' 16"
PI	270° 10' 22"
SOMA	
Média	
Z =	

Fios	Leitura Mira
<i>fi</i>	56,1
<i>fm</i>	100,0
<i>fs</i>	144,5
<i>Med</i>	
<i>Dist=</i>	

Leitura	(Z) = VERTICAL - Vante
PD	89° 49' 13"
PI	270° 10' 27"
SOMA	
Média	
Z =	

Fios	Leitura Mira
<i>fi</i>	55,9
<i>fm</i>	100,0
<i>fs</i>	144,5
<i>Med</i>	
<i>Dist=</i>	

# Cálculo ângulo zenital



Leitura	(Z) = VERTICAL - Vante
PD	89° 49' 14"
PI	270° 10' 20"
SOMA	
Média	
Z =	

Fios	Leitura Mira
<i>fi</i>	55,8
<i>fm</i>	100,0
<i>fs</i>	144,5
<i>Med</i>	
<i>Dist=</i>	

Leitura	(Z) = VERTICAL - Vante
PD	89° 49' 14"
PI	270° 10' 20"
SOMA	359° 59' 34"
Média	-0° 0' 10"
Z =	89° 49' 27"

Fios	Leitura Mira
<i>fi</i>	55,8
<i>fm</i>	100,0
<i>fs</i>	144,5
<i>Med</i>	100,25
<i>Dist=</i>	88,70

Leitura	(Z) = VERTICAL - Vante
PD	89° 49' 16"
PI	270° 10' 22"
SOMA	
Média	
Z =	

Fios	Leitura Mira
<i>fi</i>	56,1
<i>fm</i>	100,0
<i>fs</i>	144,5
<i>Med</i>	
<i>Dist=</i>	

Leitura	(Z) = VERTICAL - Vante
PD	89° 49' 16"
PI	270° 10' 22"
SOMA	359° 59' 38"
Média	-0° 0' 11"
Z =	89° 49' 27"

Fios	Leitura Mira
<i>fi</i>	56,1
<i>fm</i>	100,0
<i>fs</i>	144,5
<i>Med</i>	100,25
<i>Dist=</i>	88,40

Leitura	(Z) = VERTICAL - Vante
PD	89° 49' 13"
PI	270° 10' 27"
SOMA	
Média	
Z =	

Fios	Leitura Mira
<i>fi</i>	55,9
<i>fm</i>	100,0
<i>fs</i>	144,5
<i>Med</i>	
<i>Dist=</i>	

Leitura	(Z) = VERTICAL - Vante
PD	89° 49' 13"
PI	270° 10' 27"
SOMA	359° 59' 40"
Média	-0° 0' 10"
Z =	89° 49' 23"

Fios	Leitura Mira
<i>fi</i>	55,9
<i>fm</i>	100,0
<i>fs</i>	144,5
<i>Med</i>	100,25
<i>Dist=</i>	88,60

**soma = PD + PI**

**Média = (Soma – 360)/2**

**Dist = (fs-fi)cos²(90-Z)**

**Z = menor<sub>(PI ou PD)</sub> – Média**

# Cálculo ângulo zenital



Leitura	(Z) = VERTICAL - Vante
PD	89° 49' 14"
PI	270° 10' 20"
SOMA	359° 59' 34"
Média	-0° 0' 10"
Z =	<b>89° 49' 27"</b>

Fios	Leitura Mira
<i>fi</i>	55,8
<i>fm</i>	100,0
<i>fs</i>	144,5
<i>Med</i>	100,25
<i>Dist</i> =	<b>88,70</b>

Leitura	(Z) = VERTICAL - Vante
PD	89° 49' 16"
PI	270° 10' 22"
SOMA	359° 59' 38"
Média	-0° 0' 11"
Z =	<b>89° 49' 27"</b>

Fios	Leitura Mira
<i>fi</i>	56,1
<i>fm</i>	100,0
<i>fs</i>	144,5
<i>Med</i>	100,25
<i>Dist</i> =	<b>88,40</b>

<i>Dist</i> <sub>1</sub> =	<b>88,70</b>
<i>Dist</i> <sub>2</sub> =	<b>88,40</b>
<i>Dist</i> <sub>3</sub> =	<b>88,60</b>
<i>Dist</i> <sub>med</sub> =	<b>88,57</b>

Leitura	(Z) = VERTICAL - Vante
PD	89° 49' 13"
PI	270° 10' 27"
SOMA	359° 59' 40"
Média	-0° 0' 10"
Z =	<b>89° 49' 23"</b>

Fios	Leitura Mira
<i>fi</i>	55,9
<i>fm</i>	100,0
<i>fs</i>	144,5
<i>Med</i>	100,25
<i>Dist</i> =	<b>88,60</b>

# MODELO CADERNETA



Caderneta de campo POLIGONAL						Caderneta de IRRADIAMENTOS					
Estação	Leitura	Ré:	Vante:	(Z) = Vertical Vante	Fios	Leitura Mira	Leitura	Irr_1:	(Z) = VERTICAL - Irr_1	Fios	Leitura Mira
	PD				<i>fi</i>		PD			<i>fi</i>	
	PI				<i>fm</i>		PI			<i>fm</i>	
	Residuo				<i>fs</i>		Residuo			<i>fs</i>	
	PD corg				<i>Med</i>		PD corg			<i>Med</i>	
	alfa				<i>Dist=</i>		alfa			<i>Dist=</i>	
Estação	Leitura	Ré:	Vante:	(Z) = Vertical Vante	Fios	Leitura Mira	Leitura	Irr_2:	(Z) = VERTICAL - Irr_2	Fios	Leitura Mira
	PD				<i>fi</i>		PD			<i>fi</i>	
	PI				<i>fm</i>		PI			<i>fm</i>	
	Residuo				<i>fs</i>		Residuo			<i>fs</i>	
	PD corg				<i>Med</i>		PD corg			<i>Med</i>	
	alfa				<i>Dist=</i>		alfa			<i>Dist=</i>	



**F I M**