

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

TOPOGRAFIA I

Professor Ricardo Baitelli

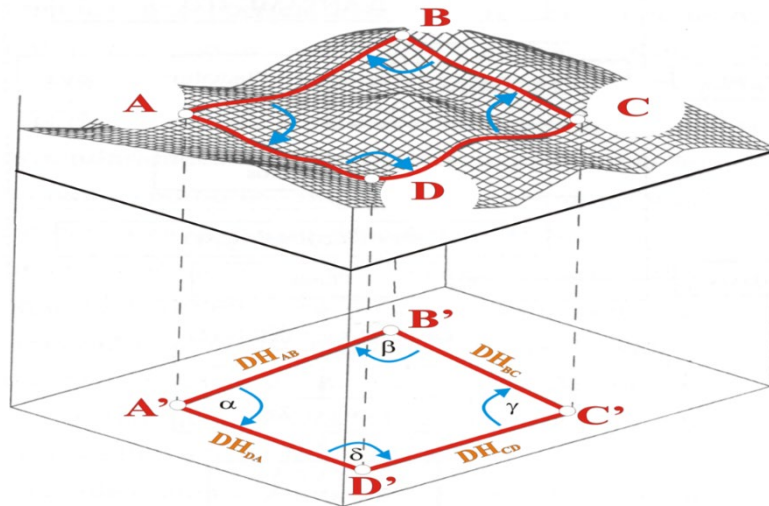
II

inverno 2021

planimetria	1
medida de distâncias	1
medida direta	2
medida indireta ou estadimétrica	2
diastímetros	2
corrente de agrimensur	3
trena	4
balizamento	6
roda	8
distanciômetros eletrônicos	9
acessórios	11
piquete	11
estaca ou testemunha	12
balizas	13
fixas	14
medida com diastímetro	14
traçado de perpendiculares	13
medida de ângulos com diastímetro	17
fontes de erros na medida direta de distâncias	18
catenária	18
tensão	18
desvio vertical	19
desvio lateral	19
temperatura	19
diastímetro não mede exatamente, por exemplo, 20 metros	19
processos de levantamento	20
expeditos	20
regulares ou de precisão	20
erros nos levantamentos topográficos	20
erros sistemáticos	20
acurácia vs precisão	21
processos expeditos de levantamento	21
medida de distâncias	21
passo	21
velocidade de marcha	22
odômetro	22
medida de ângulos	22
apresentação do teodolito	24
componentes de um teodolito	24
ângulos verticais	28
ângulos horizontais	28
alça de mira para visada expedita	29
método do ângulo simples	33
método do ângulo duplo	33
medição de ângulo simples	36
medição de ângulo duplo	38
método das reiterações	40
métodos de levantamentos planimétricos	41
método do caminhamento perimétrico	41
método das irradiações (coordenadas polares)	41
método da intersecção (coordenadas bipolares)	41
erro linear	43
compensação gráfica	43
caso 1	43
caso 2	44

PLANIMETRIA

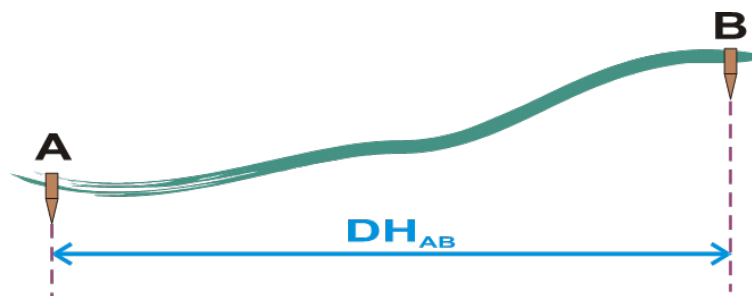
A **planimetria** é a representação em **projeção horizontal** dos detalhes existentes na superfície terrestre a partir da obtenção de **ângulos azimutais** e **distâncias horizontais**. A planimetria atua no plano horizontal, **não leva em consideração o relevo**. Os trabalhos efetuados por planimetria originam as **plantas planimétricas**.



A figura acima exemplifica o que foi dito. Temos a poligonal A, B, C e D levantada em campo com as medidas das distâncias horizontais entre os vértices e os ângulos internos. As distâncias horizontais são projetadas no desenho em duas dimensões em escala adequada e os ângulos horizontais entram no desenho em verdadeira grandeza.

MEDIDA DE DISTÂNCIAS

Na Topografia, a distância entre dois pontos é a **medida da distância horizontal entre os mesmos**.



As distâncias inclinadas são reduzidas às dimensões de sua **projeção horizontal equivalente**.

MEDIDA DIRETA

Neste caso, o instrumento de medida é aplicado diretamente sobre o terreno fornecendo, de imediato, a distância.

MEDIDA INDIRETA ou ESTADIMÉTRICA

Quando empregada, a distância é determinada pelo cálculo trigonométrico através de elementos obtidos em campo, tais como leituras feitas na mira e ângulos verticais (*taqueometria*)

DIASTÍMETROS

Diastímetros são todos dos instrumentos mecânicos e/ou eletrônicos utilizados na medida direta de distâncias:



fita



roda



laser

corrente de agrimensor

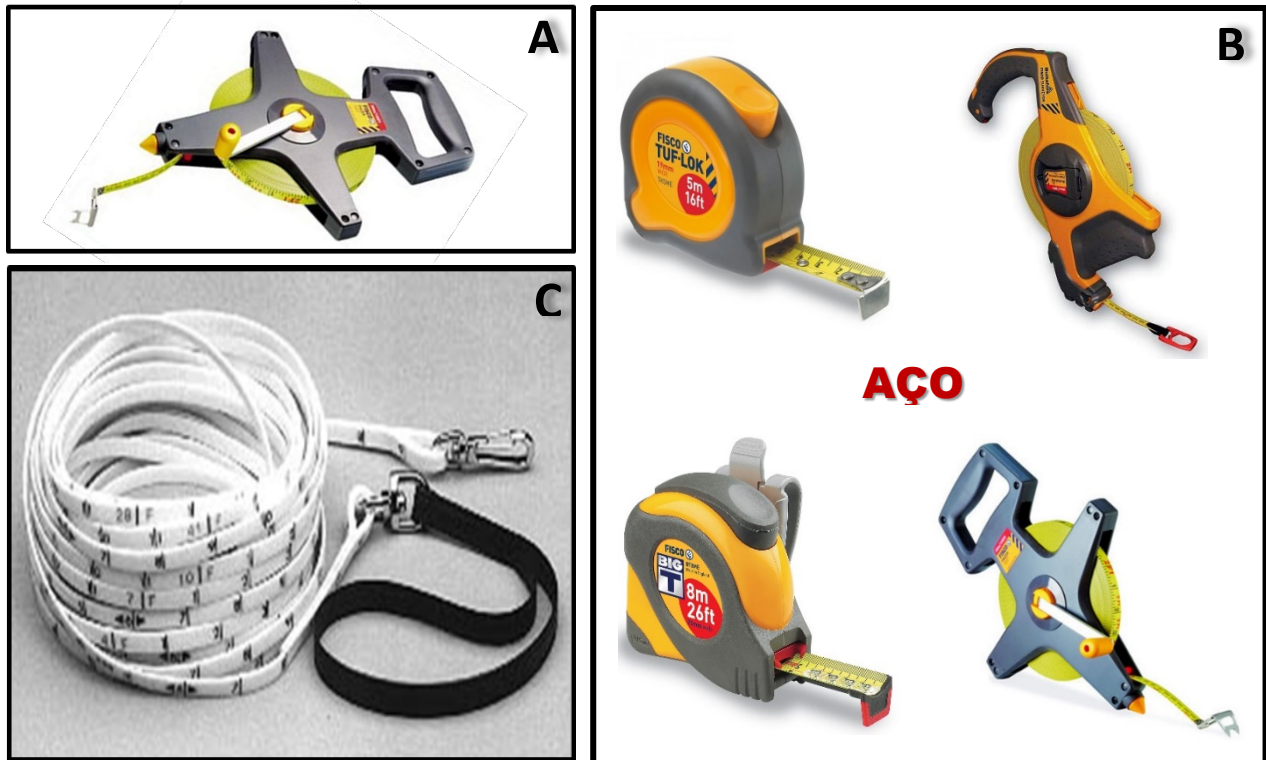


<http://www.fec.unicamp.br/~museuLTG/equipamentos/05.0122/corrente1.jpg>

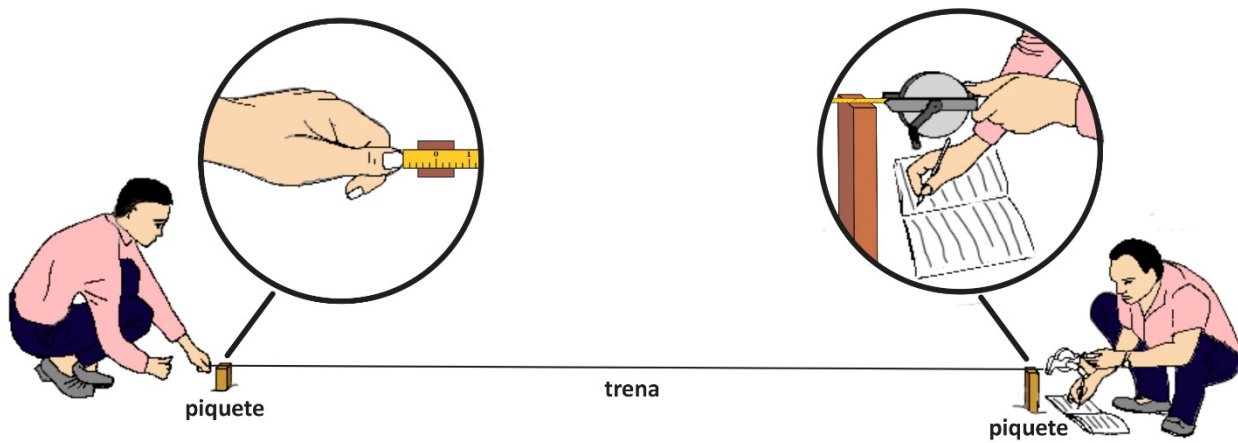
A **corrente de agrimensor** (*surveyor chain*) foi utilizada para a medida de distâncias nas primeiras décadas do século XX (A). É dotada de 100 fuzis (hastes) de metal inoxidável, reunidos de dois em dois por meio de elos do mesmo metal. Cada haste tem 20 cm, assim, a cada 5 hastes ou fuzis, tem-se 1 m. Na sua empunhadura existe um dispositivo com porca e rosca que permite um ajuste fino na medida da corrente caso seja necessário (B). A cada metro tem uma pequena placa pendurada indicando o valor do metro (C). Sua precisão é de 10 cm.



TRENA



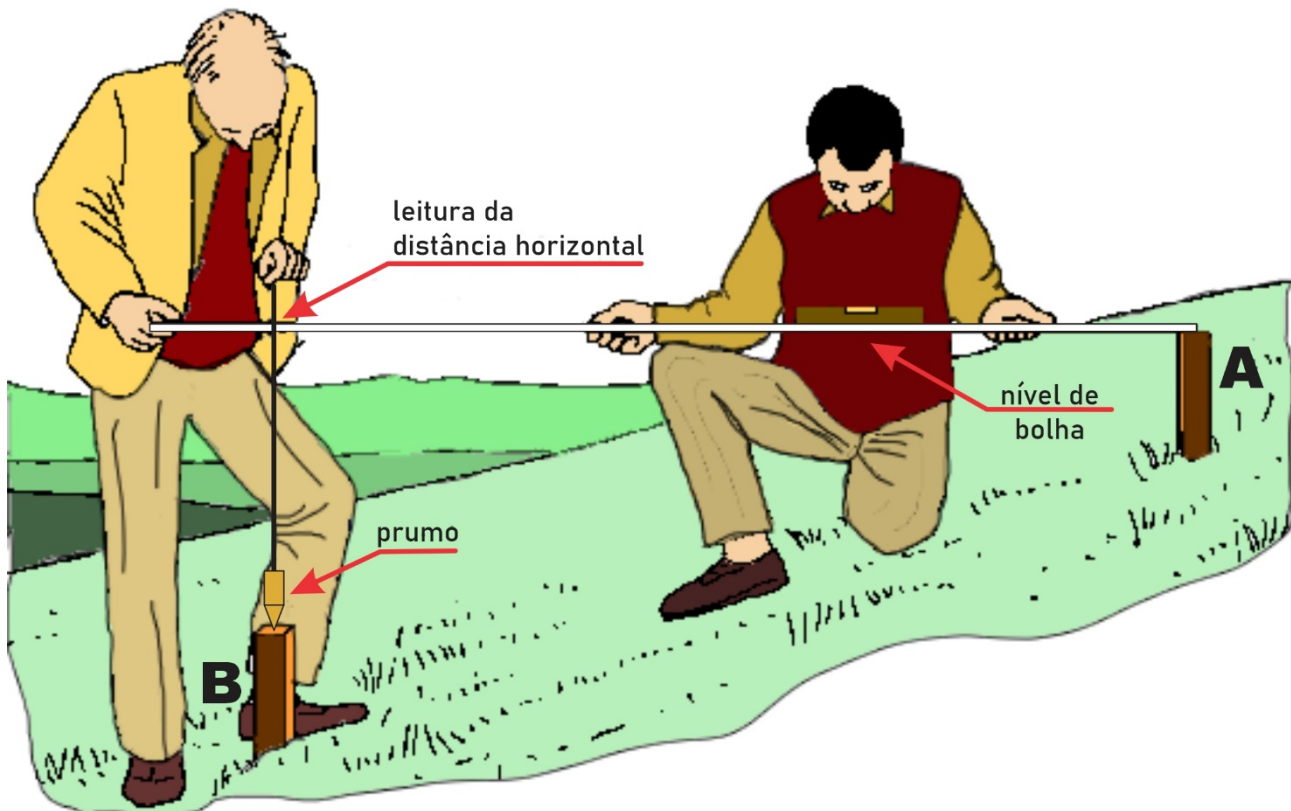
A **trena** é atualmente um dos diastímetros mais práticos e baratos que existem. Os materiais de sua fabricação são bem variados podendo ser de lona, metal ou de fibra de vidro e PVC. As fitas de lona (**A**) talvez sejam as que sofram mais rapidamente com o uso constante e assim causando um esgarçamento do tecido e fazendo com que gere medidas erradas. As fitas de metal (**B**) também são bastante difundidas cuja vantagem principal é seu pequeno tamanho e, portanto, de fácil transporte e ainda, por ser de metal, não sofrem com os efeitos da temperatura. As trenas de fibra de vidro e PVC (**C**) também são leves e de baixo custo. A graduação dessas trenas são em metros, decímetros, centímetros e milímetros. Seu comprimento é variável de acordo com o uso e o fabricante.



Modificado de:

https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2F3%2F7021e%2F7021e04.htm&psig=AOvWaw13T7B_AWri1pGrt19UtdZ5&ust=1598551009688000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQRqGAAoTCICyheG4uesCFQAAAAAAdAAAAABCDAAQ

A figura acima mostra a medição da distância horizontal entre dois piquetes com uma trena. O operador da esquerda está com o zero da trena no centro do piquete enquanto o operador da direita faz a leitura na trena do valor da distância horizontal entre os piquetes.

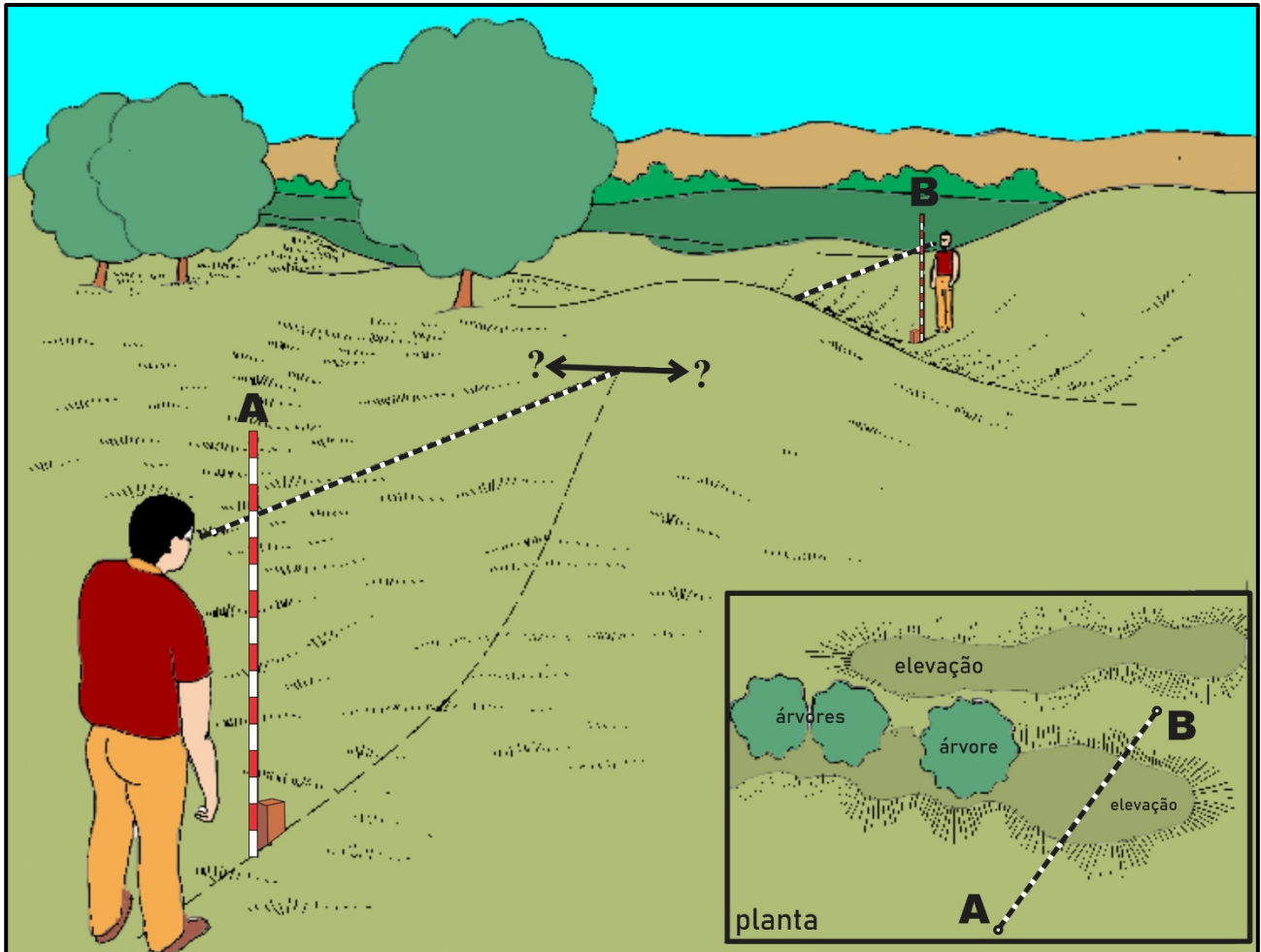


Modificado de:

https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2F3%2F7021e%2F7021e04.htm&psig=AOvWaw13T7B_AWri1pGrt19UtdZ5&ust=1598551009688000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQRqGAAoTCICyheG4uesCFQAAAAAAdAAAAABCDAAQ

A figura acima mostra o procedimento da medida de uma distância horizontal entre A e B. Note que o operador da direita segura uma régua graduada, com o zero no piquete A, e observa um nível de bolha para garantir a horizontalidade da régua, enquanto que o operador da esquerda (piquete B) utiliza um fio de prumo garantindo assim a verticalidade e o correto posicionamento do ponto B sobre o piquete em B e a régua graduada.

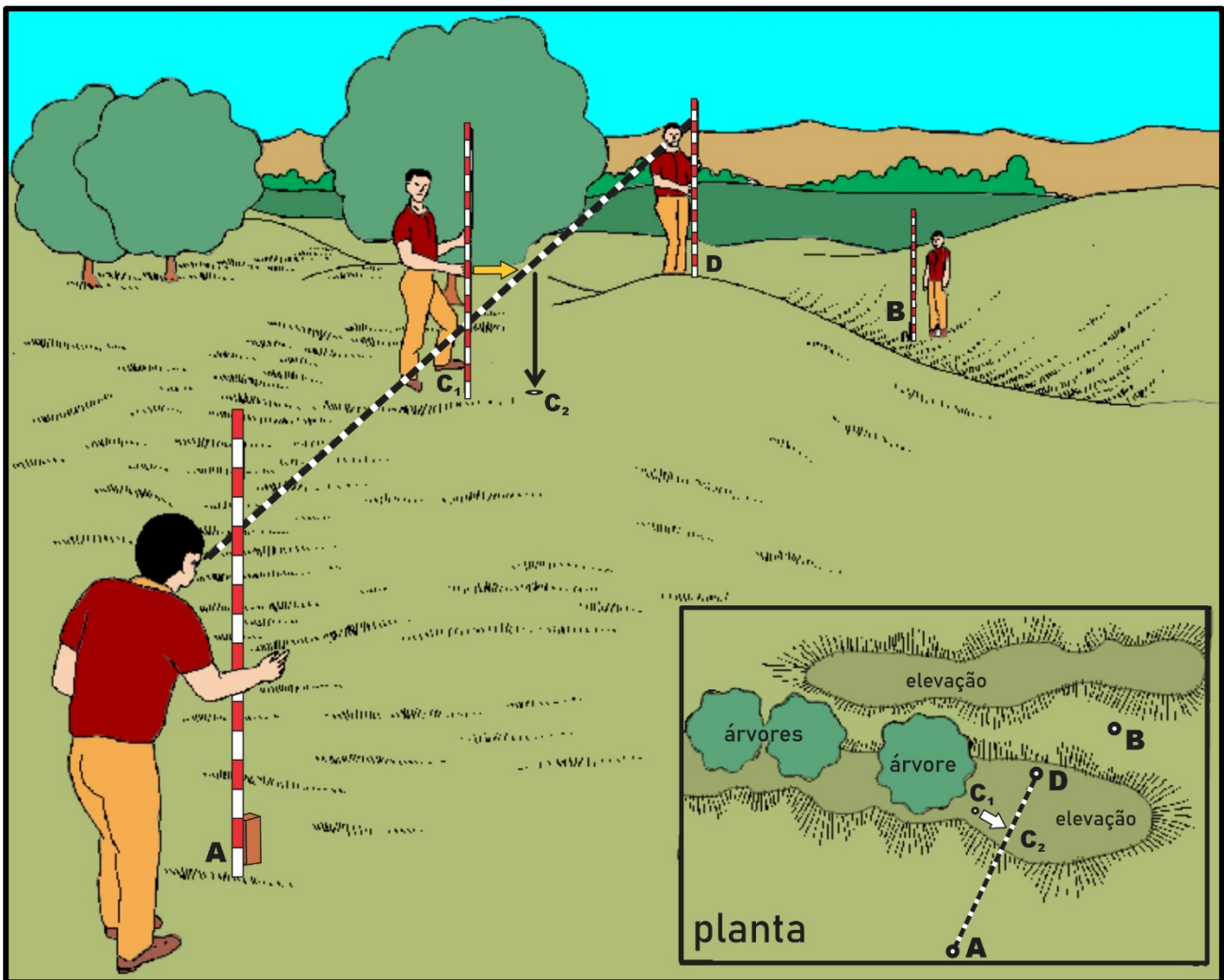
BALIZAMENTO



Modificado de:

https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2F3%2F7021e%2F7021e03.htm&psig=AOVaw1317B_AWrl1pGrt19UtdZ5&ust=1598551009688000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQRqFwoTCNII3d66guesCFQAAAAAABAX

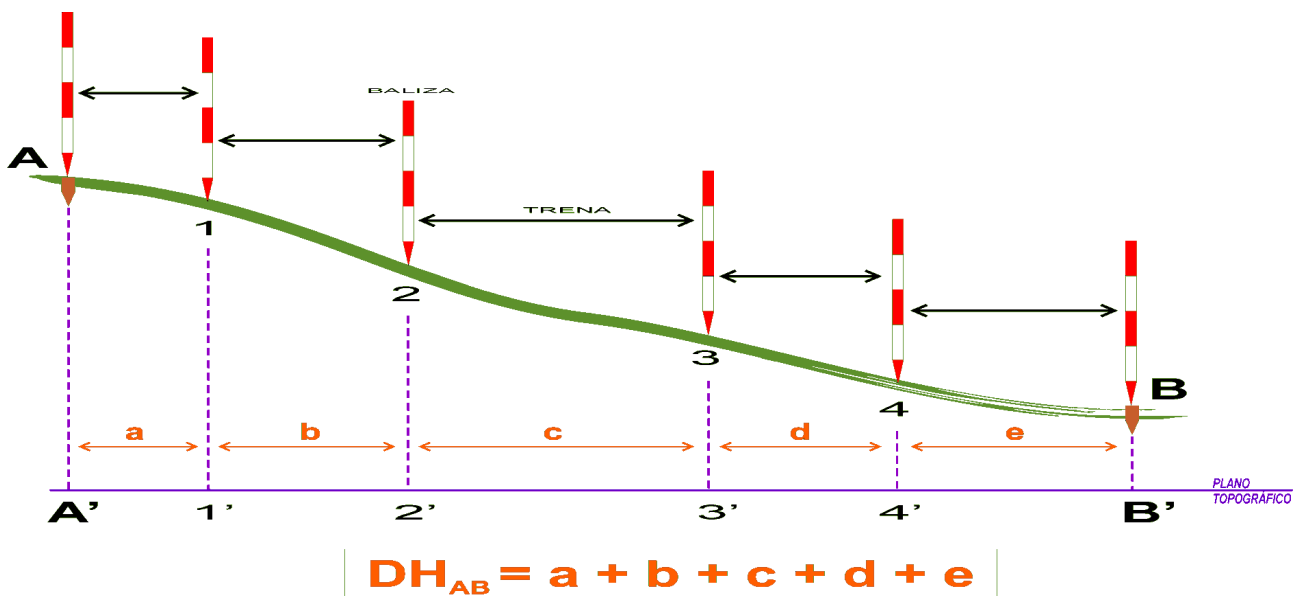
A situação da figura acima é a tentativa de medida de uma distância horizontal entre os pontos A e B. Como tem uma elevação do terreno entre estes dois pontos, o operador em A não consegue visualizar o operador em B. Quando isto ocorre, posicionamos mais um Balizeiro em um local que ele consiga enxergar os balizeiros em A e em B como na figura a seguir.



Modificado de:

https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2F3%2F7021e%2F7021e03.htm&psig=AOwVav1377B_AWri1pGri9Ut25&ust=1598551009688008&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQRxqFwoTCNII3d66uesCFQAAAAAABAAABAX

Orientamos então o balizeiro na posição D a ficar sobre o alinhamento AB, assim, orienta-se o balizeiro em C posicionando-se também sobre o alinhamento AB orientado pelos balizeiros em A e em D.



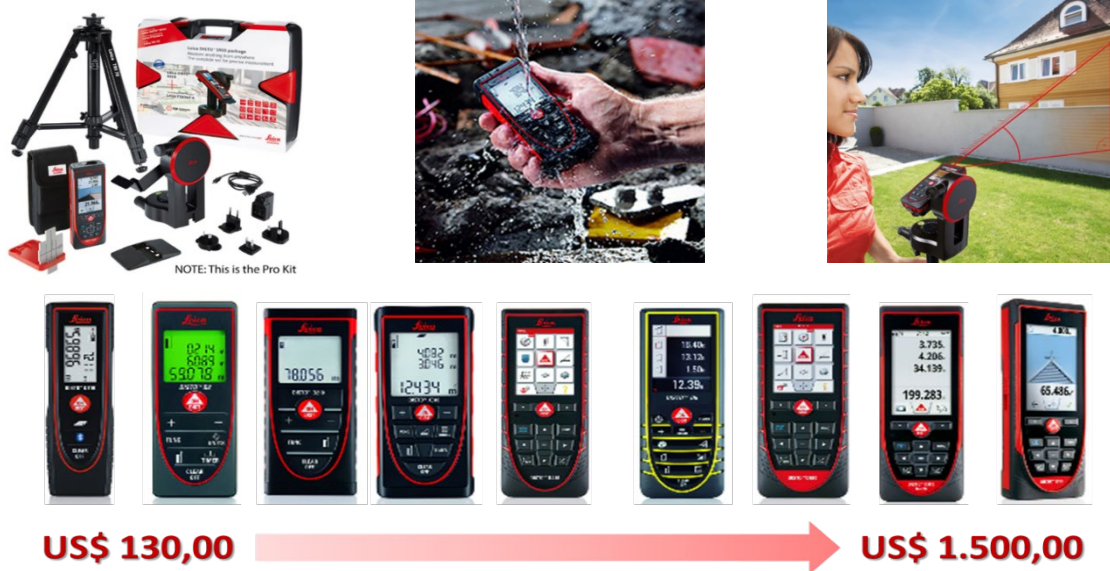
RODA

Este diastímetro consiste de um odômetro acoplado a uma roda que, conforme seu giro, vai registrando a distância. Estas rodas podem ser analógicas (A) ou digitais (B).



DISTÂNCIÔMETROS ELETRÔNICOS

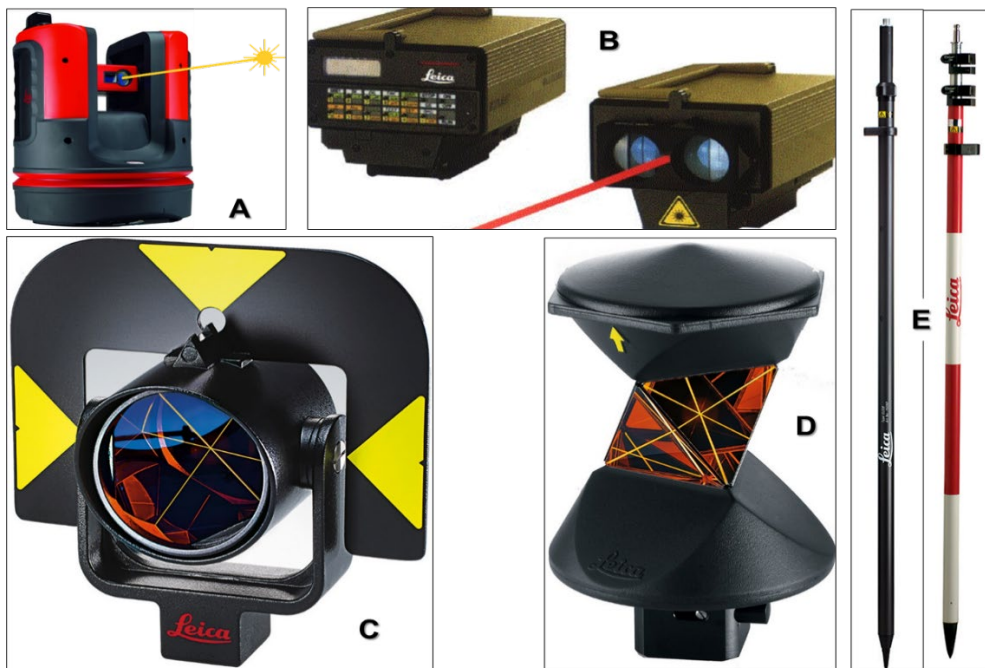
Os distânciômetros eletrônicos utilizam a tecnologia de raios infra-vermelhos ou laser.



US\$ 130,00

US\$ 1.500,00

Este tipo de diastímetro tem seu preço diretamente ligado à precisão do aparelho, quanto maior a precisão, maior será seu valor. A precisão, por sua vez, passa pela qualidade do material utilizado na sua estrutura e também do *firmware* e *software* empregados.



Acima, distânciômetros eletrônicos (A e B), prismas (C e D), sendo que o prisma D tem a vantagem na maior facilidade de aquisição do feixe de laser e (E) bastões (hastes) para suporte dos prismas.



Os prismas variam conforme o fabricante, mas sempre possuem cores fortes e chamativas para que possam ser visualizados mais facilmente a grandes distâncias. Dependendo do uso e da distância a ser medida, podem possuir apenas um prisma ou ser um conjunto de 3 ou mais prismas.



A figura acima exemplifica a chegada do laser em qualquer ponto do prisma, o mesmo sendo direcionado para o centro do prisma que se encontra exatamente sobre o centro do piquete no terreno.

ACESSÓRIOS

Utilizados na medida direta de distâncias.

PIQUETE

Material: madeira, metal ou plástico, depende do tipo de terreno.

Forma: roliço ou de secção quadrada. Uma extremidade com ponta e outra aparada.

Tamanho: 10 a 30 cm quando de madeira.

Objetivo: materialização dos pontos no terreno.



<https://www.elevatesurvey.com.au/wp-content/uploads/2020/03/Jarrah-Bdy1-1-300x300.jpg>



https://www.pegsunlimited.co.nz/assets/Uploads/_resampled/ScaleWidthWylzMjYlXQ/wooden-boundary-stakes.jpg



https://fieldsenvironmentalsolutions.com.au/wp-content/uploads/2019/10/survey_pegs.jpg



<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTmvAkzovms7oxIQ9-hx451cghmkaFzX0GwEw&usqp=CAU>



for scale only

<https://d31wxntiwn0x96.cloudfront.net/warpa/productimages/4252.jpg?width=600&height=600&etag=%22842c69fa73d6c8f37dcb86dcd5599a7b%22>

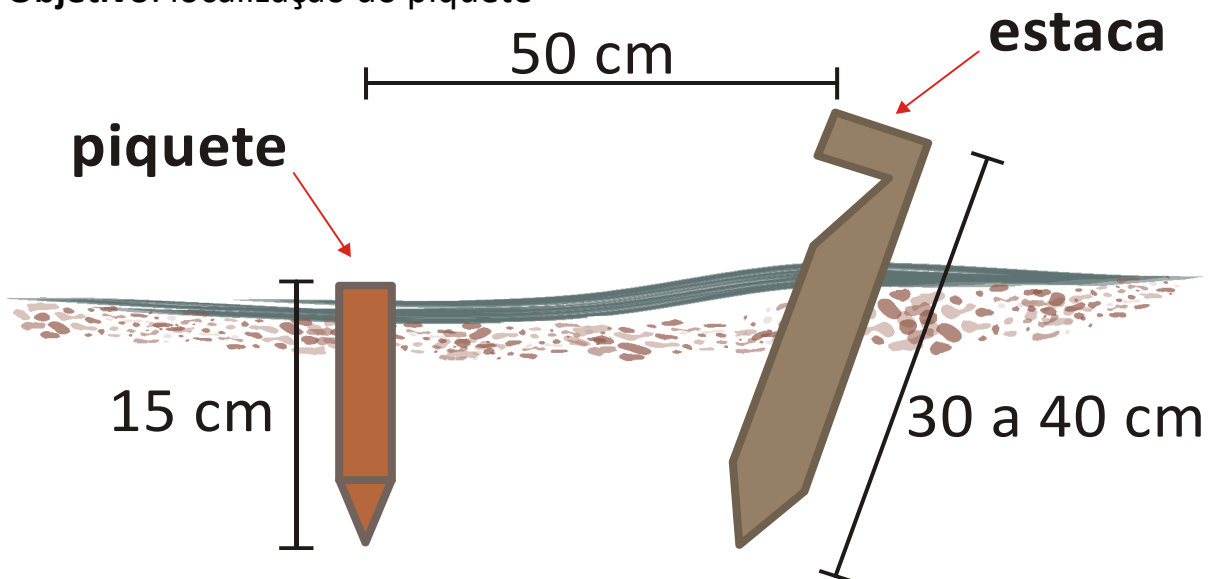
ESTACA ou TESTEMUNHA

Material: madeira

Forma: variável de acordo com o fabricante

Tamanho: 30 a 40cm

Objetivo: localização do piquete



BALIZAS

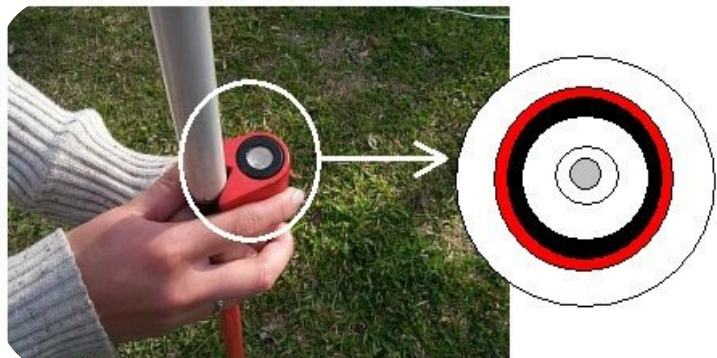
São hastes de madeira ou de ferro, arredondadas ou sextavadas que servem para materializar a ordenada vertical, tomada por um ponto do terreno. Medem 2 m de comprimento e são pintadas em gomos de 50 cm alternados nas cores vermelho e branco. A ponta que é colocada sobre o piquete é munida de uma ponteira de aço bem aguçada.



TOPOGRAFIA. Engenharia Cartográfica e de Agrimensura. Universidade Federal do Paraná. 274p.



Imagens extraídas de: Luis Augusto Koenig
Veiga, L.A.K., Zanetti, M.A.Z. & Faggion, P.L. 2012. FUNDAMENTOS DE

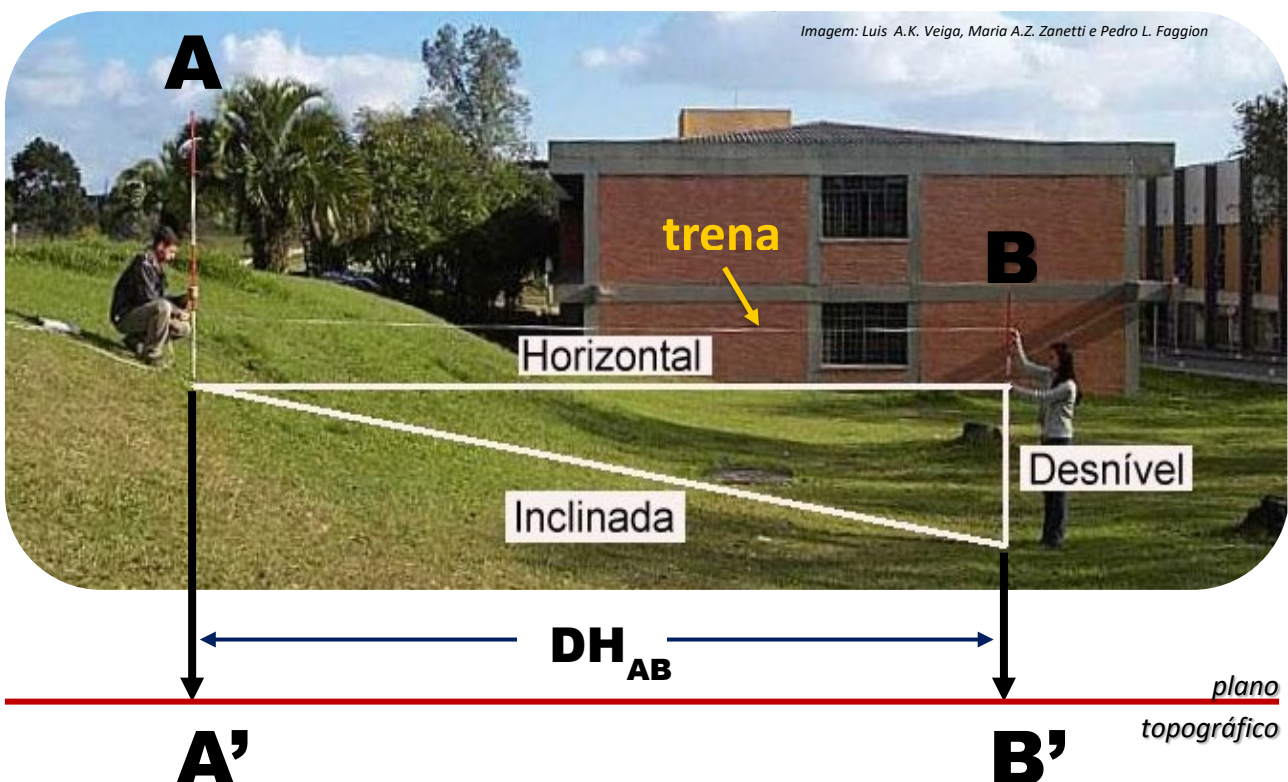


FIXAS



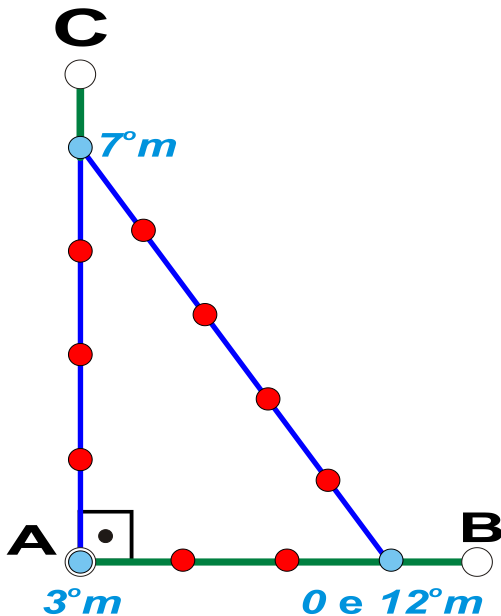
São de ferro ou aço, curvas em forma de argola na parte superior e pontiagudas na parte inferior e medem aproximadamente 15 cm. São utilizadas para controlar o número de trenadas efetuadas no terreno.

MEDIDA COM DIASTÍMETRO



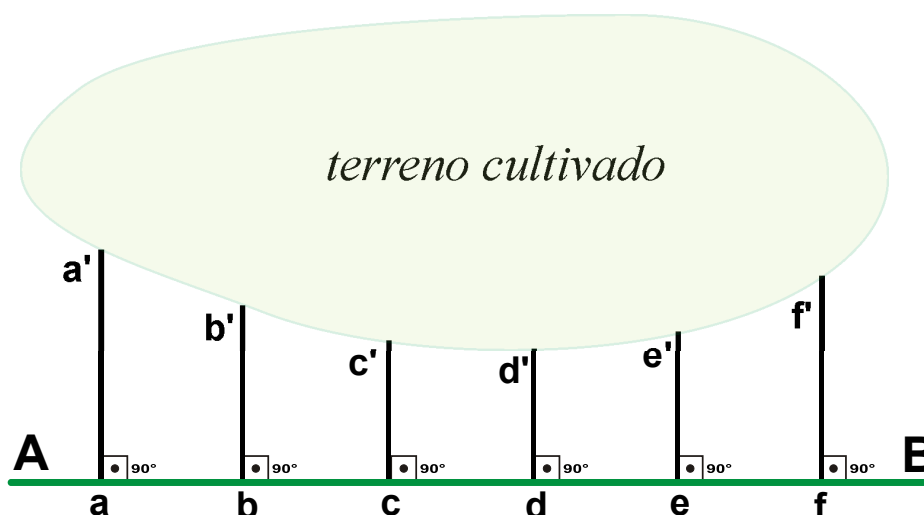
Algumas vezes, em campo, podemos nos deparar com alguns problemas que podem ser facilmente resolvidos com o auxílio de apenas uma trena.

TRAÇADO DE PERPENDICULARES

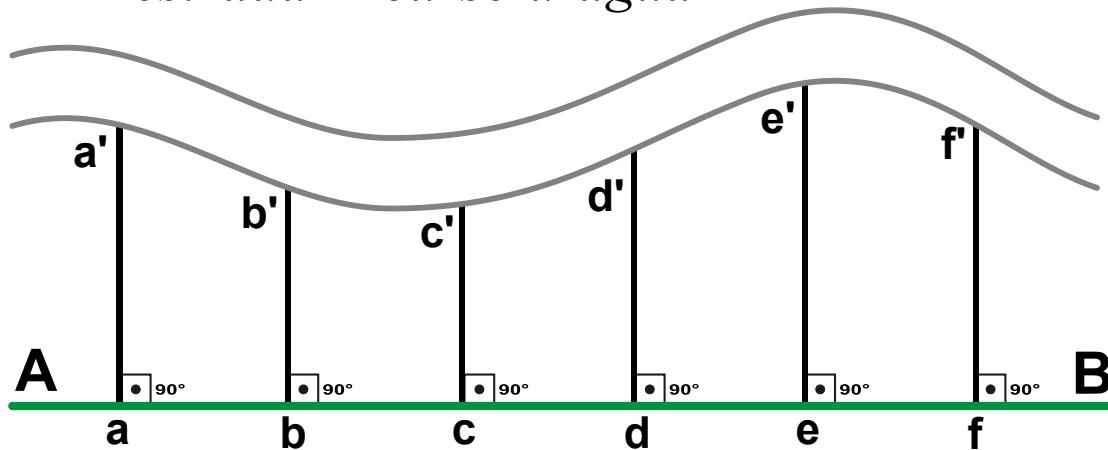


Um auxiliar no ponto **C**, sobre a reta **AB**, a 3 m do ponto **A**, por onde deve passar um novo alinhamento, segura o **0 m** da trena e o **12^o m**, enquanto o outro segura o **3^o m** sobre o ponto **A** e um terceiro o **7^o m**. Ao se esticar a trena, o auxiliar que segura o **7^o m** irá ocupar uma posição que define o ângulo de **90°** com o alinhamento **AB**.

O traçado de perpendiculares pode ser utilizado na LOCALIZAÇÃO DE DETALHES através do levantamento de perpendiculares a partir de um dos lados de uma poligonal pré-existente.

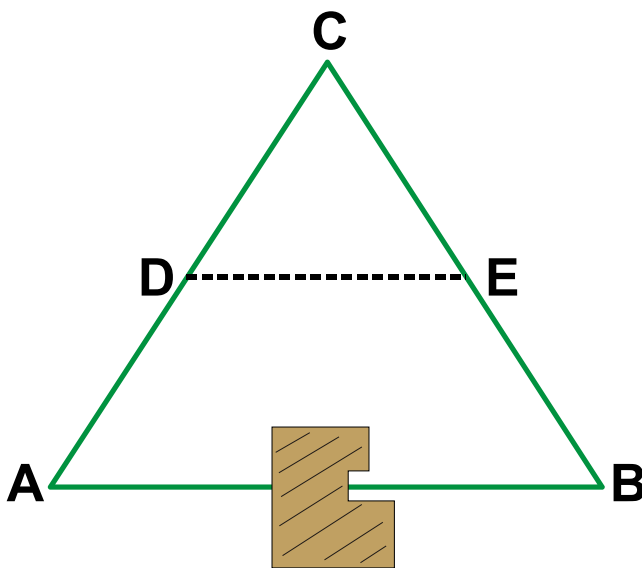


estrada ou curso d'água



Havendo a necessidade de medir um lado da poligonal, temos dois casos:

1. Os dois pontos do alinhamento a ser medido não são visíveis entre si.

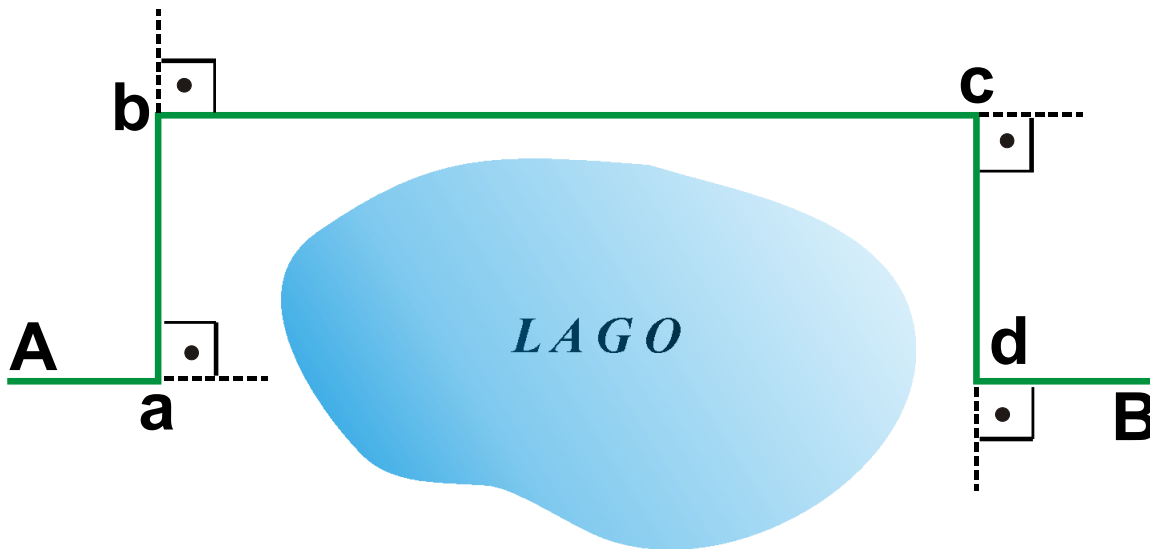


Escolhe-se um ponto **C** do qual se possa avistar os pontos **A** e **B** que compõem o alinhamento a ser medido. Medem-se as distâncias **CA** e **CB**. Obedecendo uma relação qualquer (por exemplo 1/2 do alinhamento **CA** e **CB** medidos), marca-se os pontos **D** e **E** e, por fim, mede-se a distância **DE**.

Para os triângulos formados, têm-se:

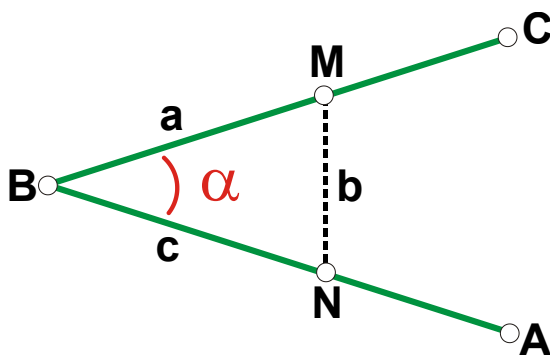
$$\frac{CD}{CA} = \frac{DE}{AB} \rightarrow AB = \frac{CA \times DE}{CD}$$

2. Os pontos do alinhamento a ser medido são visíveis entre si.



Neste caso, faz-se uma perpendicular primeiro ao ponto **a** e após, outra perpendicular ao ponto **b** e, visando **c**, outra perpendicular e, depois, outra perpendicular de **c** para **d** e, por fim, uma última perpendicular visando o ponto **B**.

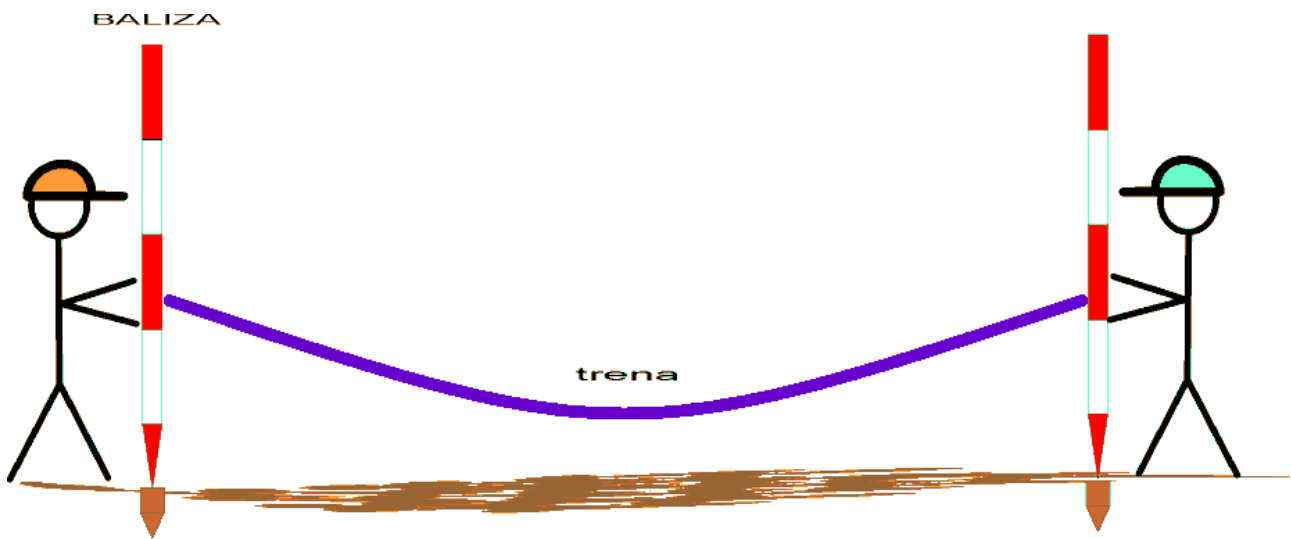
MEDIDA DE ÂNGULOS COM DIASTÍMETRO



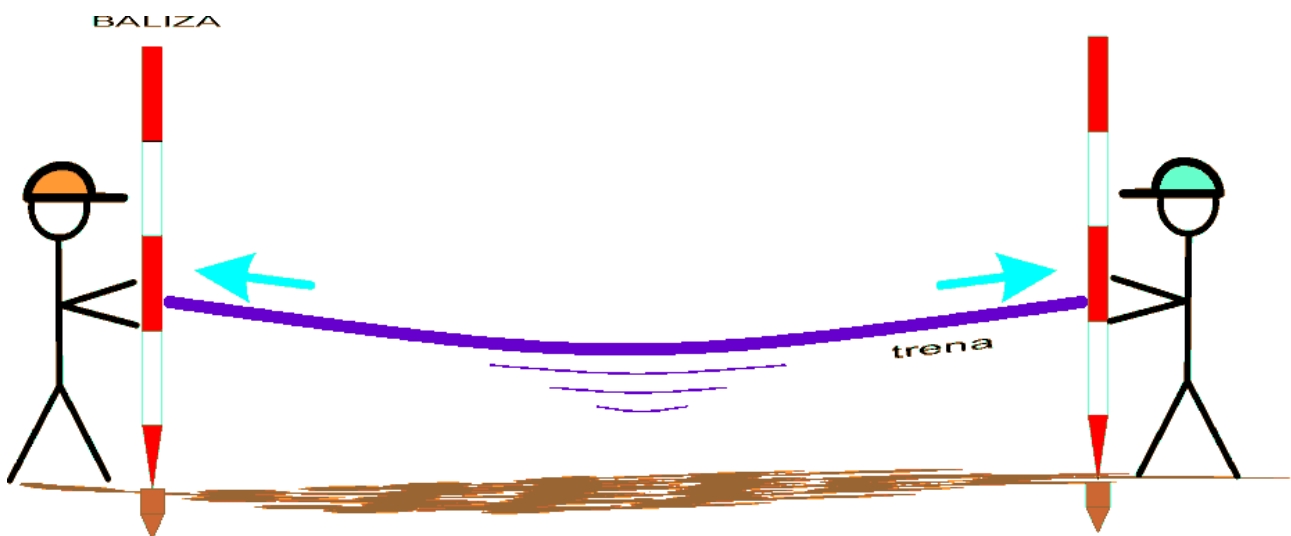
Procedimento no campo:

- 10 m na direção **BA** e 10 m na direção **BC**
- definidos os pontos **M** e **N**
- mede-se a distância **MN = corda**

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \times \cos \alpha \quad \Rightarrow \quad \cos \alpha = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac}$$

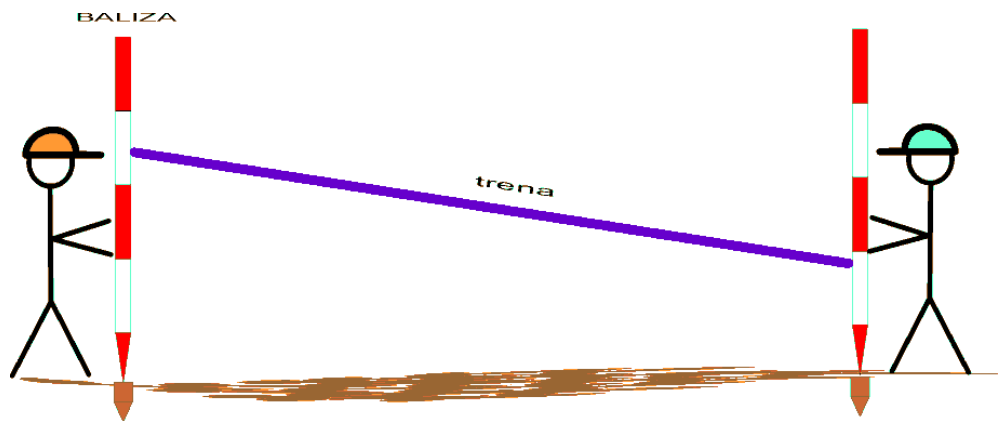
FONTES DE ERROS NA MEDIDA DIRETA DE DISTÂNCIAS**CATENÁRIA**

O erro de catenária ocorre quando ao se proceder a uma medida com uso de trena e balizas, a trena não é suficientemente tensionada e, por consequência, surge uma “barriga” na trena que chamamos de catenária. Este erro é eliminado dando à trena uma tensão suficiente para deixá-la na horizontal.

TENSÃO

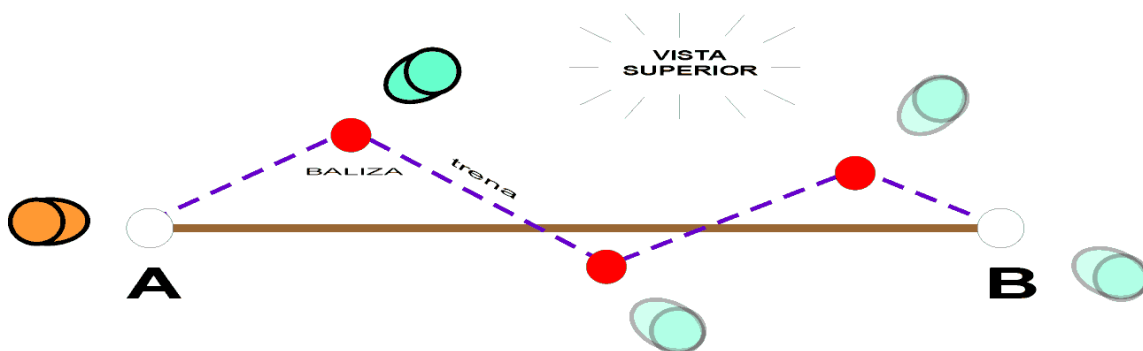
A tensão não deve ser empregada em demasia para evitar que a baliza saia da posição vertical e com isso gerar um erro de posicionamento do diastímetro sobre o ponto.

DESVIO VERTICAL



Este erro ocorre quando a trena não é posicionada na mesma altura em ambas as balizas. Neste caso acaba-se medindo uma “hipotenusa” ao invés do “cateto adjacente.”

DESVIO LATERAL



O erro de desvio lateral ocorre quando o balizeiro intermediário não é orientado a posicionar-se corretamente sobre o alinhamento AB fazendo com que se meça uma distância maior do que a real.

TEMPERATURA

Atualmente a temperatura tornou-se um erro irrelevante devido às características dos materiais que estes produtos são feitos.

DIASTÍMETRO NÃO MEDE EXATAMENTE, POR EXEMPLO, 20 METROS

Neste caso só podemos avaliar o erro cometido e por consequência corrigi-lo enviando-se o diastímetro para avaliação em um órgão competente como o Imetro.

PROCESSOS DE LEVANTAMENTO

Um levantamento envolve operações e medidas necessárias para determinar a posição relativa dos pontos que compõem uma parte da superfície terrestre.

O tipo de levantamento que será escolhido levará em conta a finalidade do trabalho.

Os levantamentos são divididos em:

EXPEDITOS ⇒ servem para um reconhecimento da área e não requerem precisão nos dados levantados.

REGULARES ou de **PRECISÃO** ⇒ nestes aplicam-se os melhores métodos e técnicas para controle dos erros que possam ocorrer.

A decisão entre um ou outro tipo de levantamento vai depender principalmente dos custos e isto envolve o equipamento disponível, dificuldades de acesso ao terreno, etc...

ERROS nos levantamentos topográficos

Os erros cometidos por **falha humana** são ditos **grosseiros** devido a uma leitura e/ou anotação errada por falta de atenção constituindo erros anormalmente muito grandes ou muito pequenos que são facilmente perceptíveis e podem ser evitados concentrando-se no trabalho e repetindo as ações sempre que julgar necessário.

ERROS SISTEMÁTICOS ⇒ são devido a causas identificáveis e podem, em princípio, ser eliminados:

1. **Instrumentais** ⇒ ocorrem devido a um problema no aparelho que pode estar, por exemplo, mal calibrado, fornecendo resultados errôneos.
2. **Observacionais** ⇒ é o caso do erro de refração causado pela variação da temperatura na superfície do terreno quando a “visada de leitura” fica um pouco mais abaixo do correto.

3. **Ambientais** ⇒ por exemplo, a presença de minerais fortemente magnéticos em subsuperfície durante a aquisição de ângulos com uma bússola.
4. **Teóricos** ⇒ por exemplo, se desconsiderarmos a curvatura da Terra durante uma medida de distância horizontal, neste caso, os resultados irão discordar de maneira sistemática. Os erros **aleatórios** normalmente podem ser estatisticamente quantificados.

ACURÁCIA vs PRECISÃO

ACURÁCIA ⇒ medidas sucessivas executadas nas mesmas condições possuem **valor igual ou muito próximo ao valor verdadeiro**.

PRECISÃO ⇒ medidas sucessivas executadas nas mesmas condições possuem **valor igual ou muito próximo entre si**.



acurácia **alta**
precisão **baixa**



acurácia **baixa**
precisão **alta**



acurácia **alta**
precisão **alta**



acurácia **baixa**
precisão **baixa**

PROCESSOS EXPEDITOS de levantamento

MEDIDA DE DISTÂNCIAS



Passo

Para se medir uma distância utilizando-se o passo, primeiramente você deverá aferi-lo, ou seja, determinar qual é o comprimento de seu passo. Para isso meça uma distância no chão, por exemplo 10 metros e caminhe, normalmente, sobre esta distância e depois divida o número de passos dados pela distância percorrida.

<https://web.extension.illinois.edu/firstgarden/fundamentals/images/measuring/pace1.gif>

Velocidade de marcha

A velocidade de marcha também, para ser utilizada em uma medida de distância deve ser aferida, para tanto, caminhe normalmente por uma certa distância marcando o tempo. Logo, se em 15 minutos você caminhou 750 metros, então a cada 5' você caminha aproximadamente 250 metros.



Odômetro

O odômetro é uma alternativa prática e fácil de se obter uma distância, já que não requer que se faça contagens (passos ou tempo) bastando apenas a leitura do valor.

MEDIDA DE ÂNGULOS

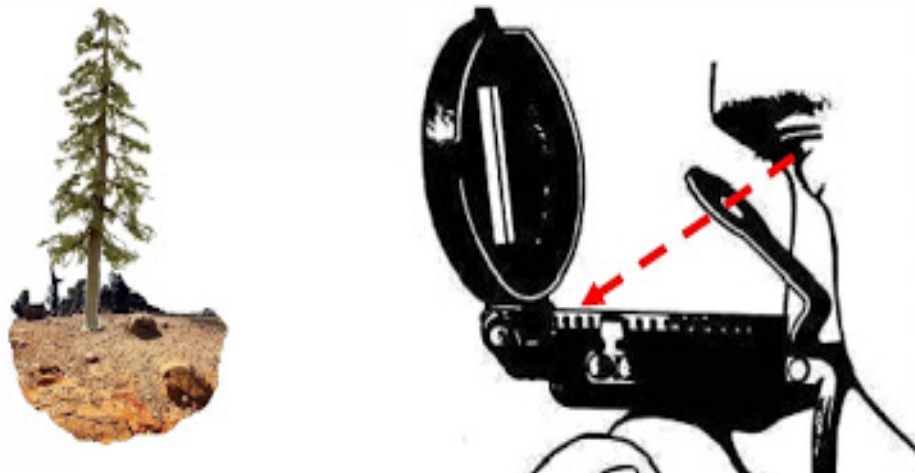
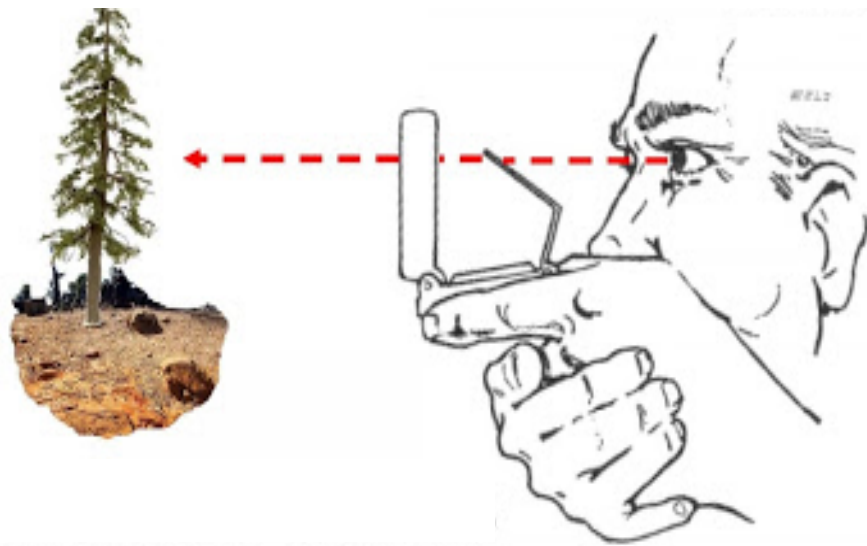


O jeito mais fácil de se medir um ângulo em campo de forma expedita é com o auxílio de uma bússola.

As principais vantagens da bússola são sua simplicidade, rapidez nas operações e o fato dos erros cometidos não se acumularem ao longo do levantamento.

Como desvantagens da bússola podemos citar sua baixa precisão dos valores lidos e ainda o possível problema de atração local que faz com que a agulha seja deslocada para um valor que não corresponde ao correto.





<https://player.slideplayer.com/5/1527372/data/images/img50.png>



<https://player.slideplayer.com/5/1527372/data/images/img55.png>

APRESENTAÇÃO DO TEODOLITO

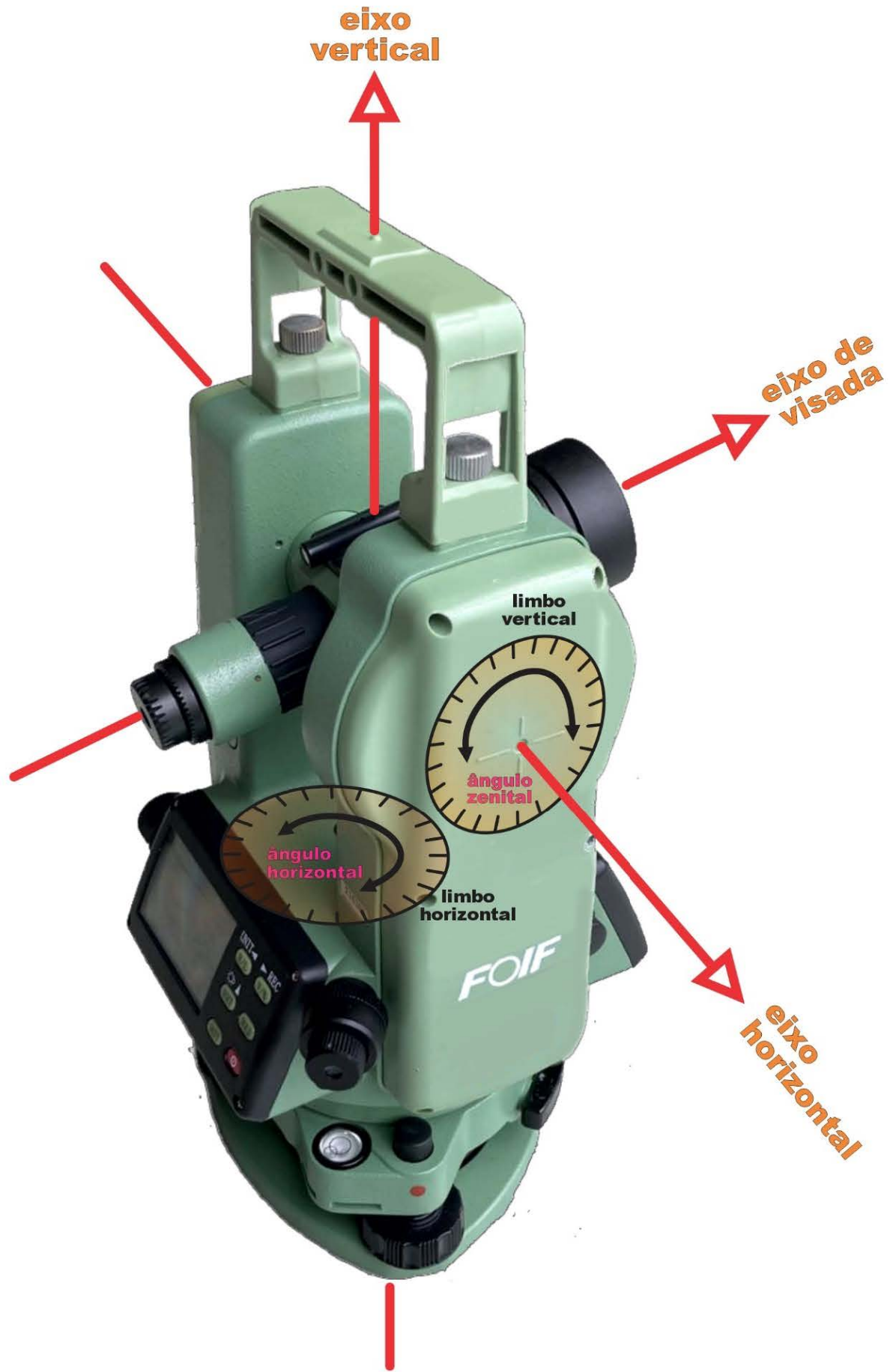
...medidas angulares, de precisão, em campo...

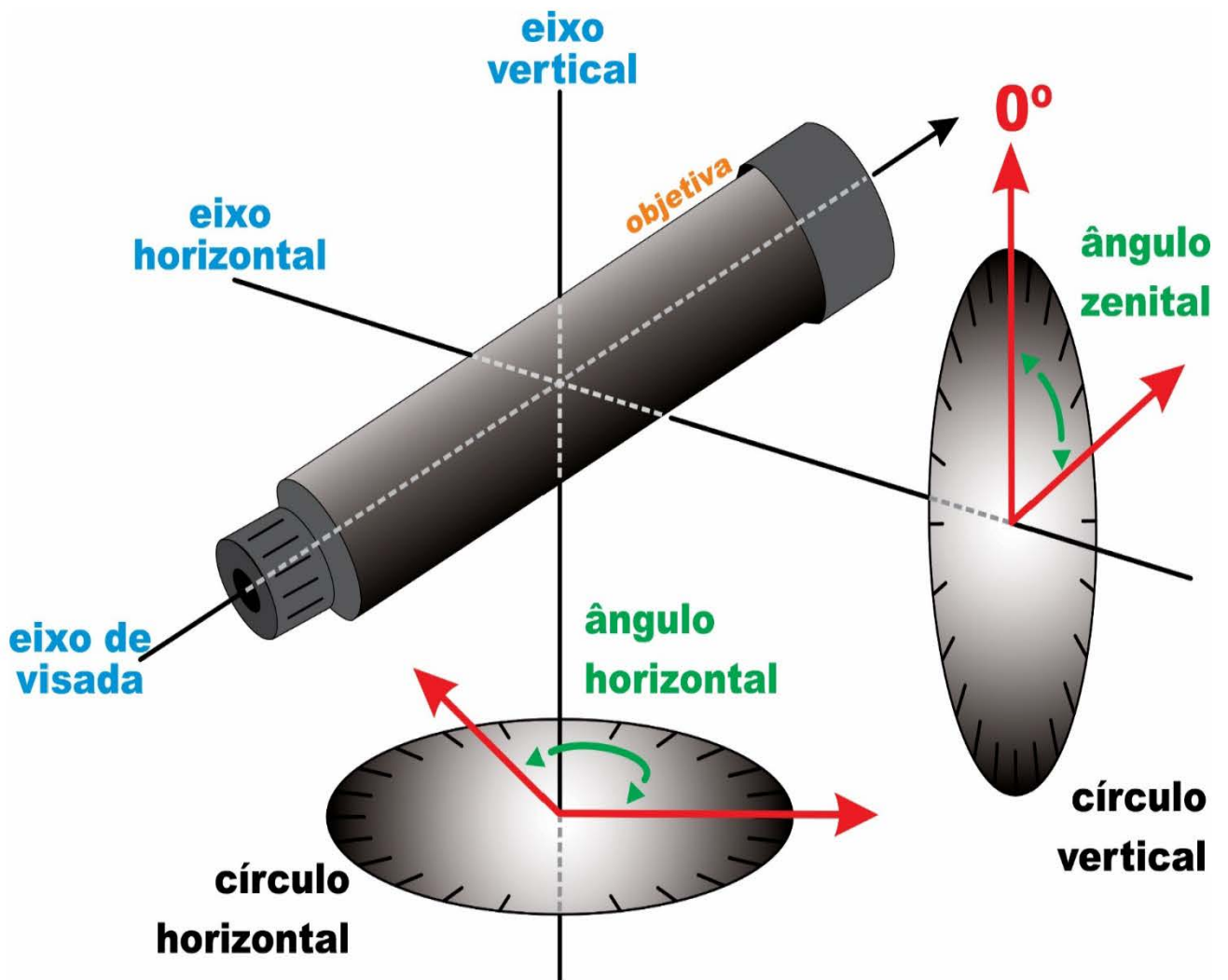


<https://preview.free3d.com/img/2013/02/2202343724539709389/z76ns9o1-900.jpg>

COMPONENTES DE um TEODOLITO

Os teodolitos são compostos por Partes Principais as quais são *comuns a todos os aparelhos*. São elas: os limbos vertical e horizontal assim como os eixos vertical, horizontal e de visada.





FOIF DT202C

Topografia I

Prof. Ricardo Baitelli



NO 888888 8888

V[%]_Z 888°88'88" g

H^L_R 888°88'88" g

Shift Tilt Hold

UNIT ◀ ▶ REC

indicador de bateria

NO 888888 número de série

8888 data de fabricação

V[%] porcentagem (inclinação)

V_Z ângulo zenital

H^L ângulo horizontal p/ esquerda

H_R ângulo horizontal p/ direita

Shift segunda função

Tilt sensor ligado

g unidade: grados

◦ ′ ″ unidade: graus

Hold fixa ângulo horizontal

liga/desliga

seleciona a segunda função

fixa ângulo horizontal

zera ângulo horizontal (1ª função)

iluminação do visor (2ª função)

▶ REC seleciona ângulo zenital ou grado (1ª função)

grava dados (2ª função)

UNIT ◀ seleciona ângulo p/ direita ou esquerda (1ª função)

seleciona unidade: grau ou grado (2ª função)

instituto de geociências

departamento de geodésia

ufrgs

27

Ângulos Verticais

Os ângulos verticais são obtidos através do limbo vertical que está ligado ao movimento da luneta (objetiva). Todos os teodolitos apresentam o seu valor de $0^{\circ}00'00''$ para o ângulo vertical quando sua luneta está apontada para o **zênite**, ao girá-la para frente passa por 90° e, progredindo um pouco mais o movimento, chegamos a 180° quando a luneta se encontra totalmente apontada para o **nadir** ou o centro da Terra (direção do fio de prumo). Os ângulos verticais são utilizados em trabalhos onde tem-se o interesse na altura dos pontos no terreno.



Ângulos Horizontais

Diferentemente dos ângulos verticais, as medições de ângulos horizontais requerem que a origem do mesmo seja determinada e fixada, ou seja, devemos deixar o aparelho com o valor do ângulo horizontal em $0^{\circ}00'00''$.

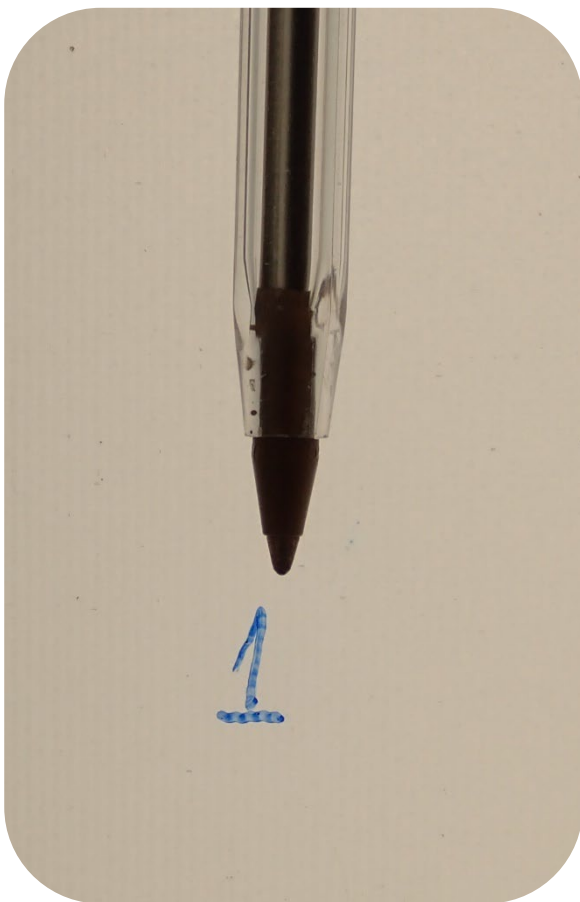


Na imagem acima temos duas canetas esferográficas como se fossem balizas no terreno. A esquerda a caneta 1 e a direita a caneta 2.

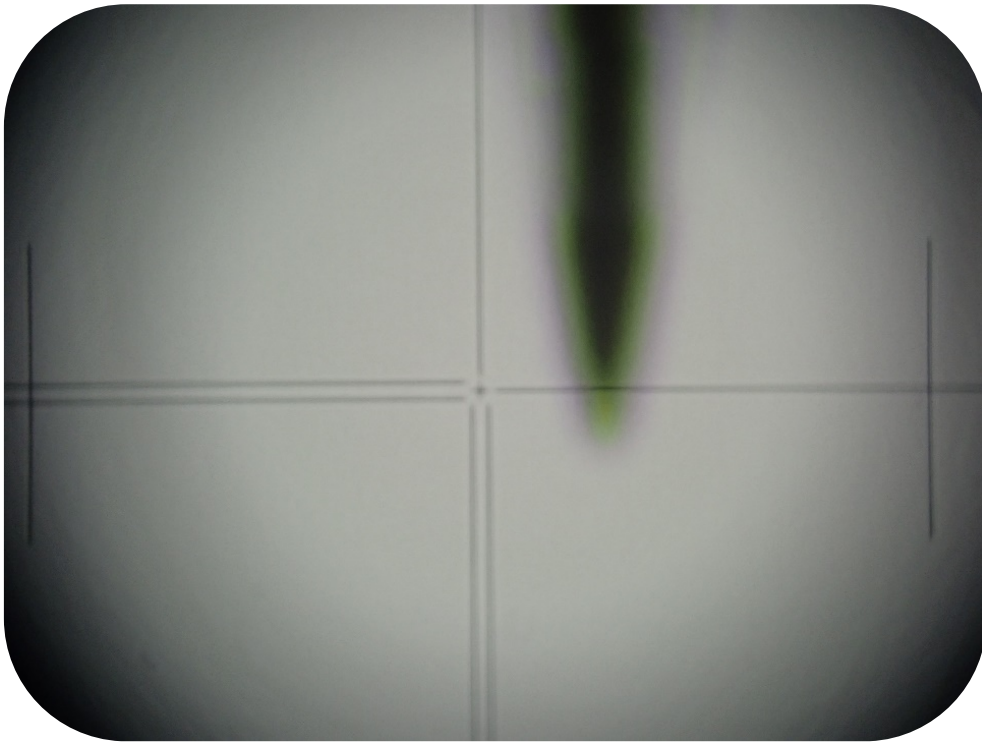
Alça de mira para visada expedita...



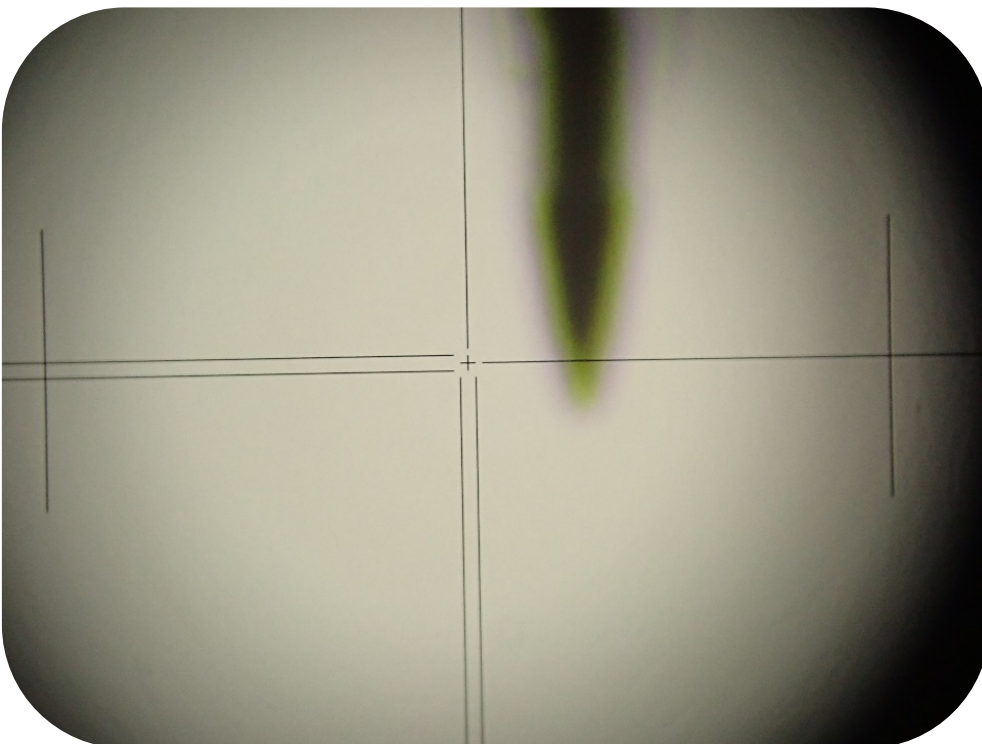
Este acessório serve para a rápida localização do objeto no campo. A alça de mira é um pequeno cilindro, mas que não se consegue enxergar através do mesmo. O que se enxerga é apenas uma imagem, no caso acima, de um triângulo branco, alguns teodolitos possuem uma cruz branca. Seu uso é feito com os dois olhos abertos, um dos olhos enxerga o triângulo branco e o outro o objeto no campo (baliza, por exemplo). Ao ajustarmos o triângulo branco sobre o objeto, ao olharmos na ocular da objetiva, o objeto em questão estará no campo de visão. Na figura anterior, estamos colocando o triângulo branco sobre a caneta 1 a esquerda.



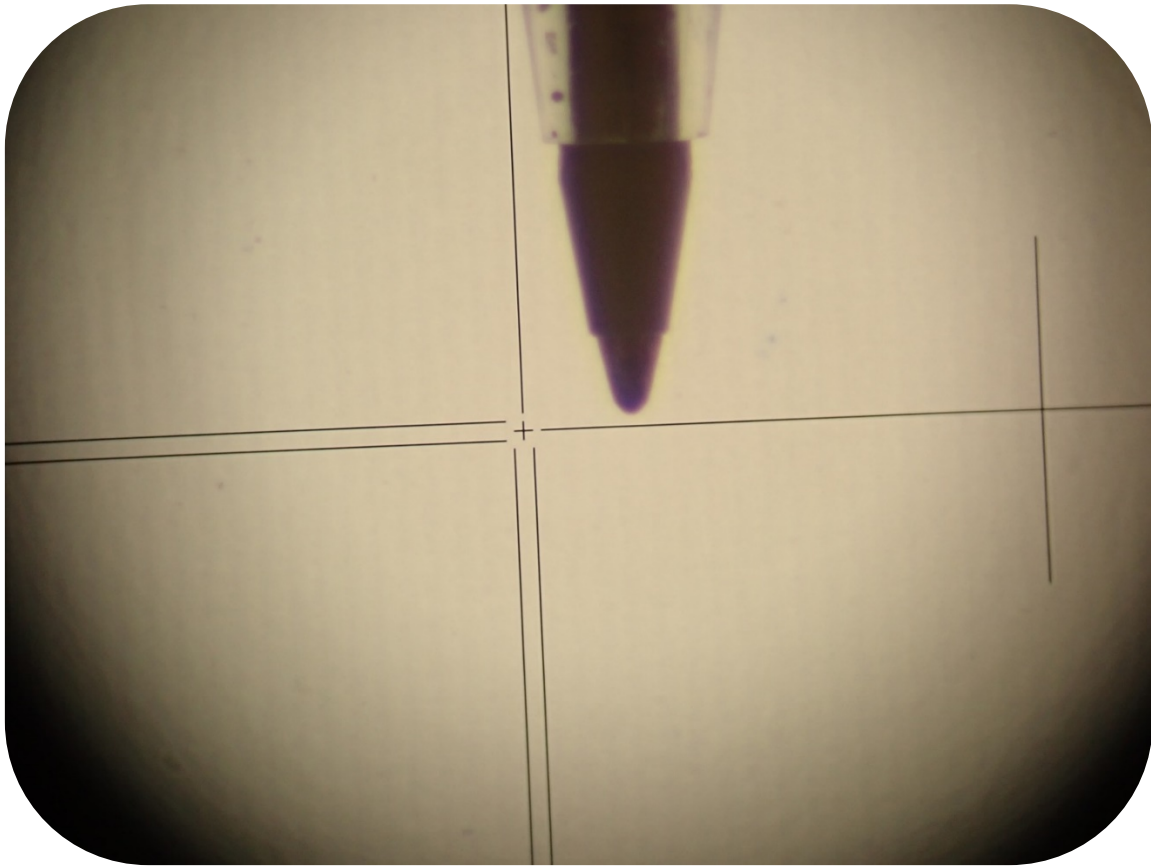
As imagens acima mostram a aproximação do objeto com a luneta.



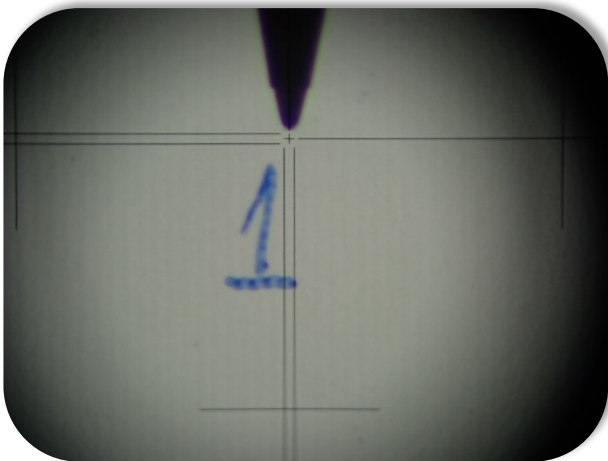
Na imagem vemos que tanto o objeto (caneta) como os fios do retículo encontram-se fora de foco. Portanto, devemos ajustar ambos através do anel de focalização.



Nesta imagem podemos notar que os fios do retículo já estão em foco, restando agora focalizar o objeto (caneta).



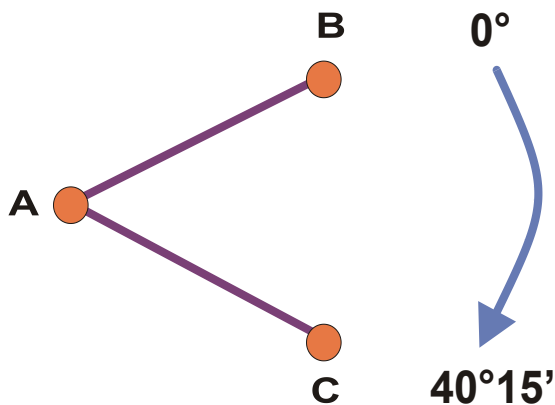
Agora, ambos, fios do retículo e objeto, estão em foco, portanto o aparelho está pronto para proceder a colimação ou ajuste dos fios do retículo sobre o objeto.



As imagens acima mostram que o aparelho está colimado sobre os pontos e, portanto, pronto para proceder a determinação do ângulo horizontal. Um aparelho dito **CALADO** está exatamente sobre o vértice, nivelado e ângulo horizontal zerado, portanto, pronto para proceder a medição do ângulo.

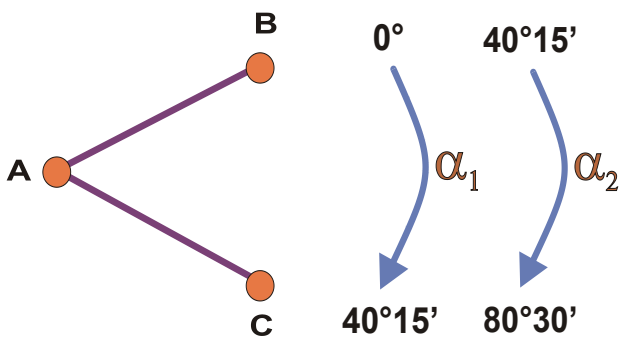
Para a determinação do ângulo horizontal temos duas metodologias.

1. Método do ângulo simples



Neste caso, com o aparelho *calado* sobre o ponto **A**, focalizamos o ponto **B** e, após, liberamos o limbo horizontal para a contagem e giramos o aparelho até focalizarmos o ponto **C** e procedemos a leitura: **40°15'**

2. Método do ângulo duplo



Neste método, em primeiro lugar, determinamos o ângulo simples como descrito anteriormente. Com o aparelho ainda focalizando o ponto **C**, fixamos o valor lido do ângulo simples (**40°15'**) e voltamos a focalizar, novamente o ponto **B**, com este valor de 40°15' no visor. Liberamos o aparelho para a

contagem do ângulo horizontal e focalizamos novamente o ponto **C**, terminada a colimação no ponto **C**, o valor do ângulo duplo pode ser lido: **80°30'**.

A precisão de leitura do ângulo duplo deverá ser verificada da seguinte forma:

... o valor do ângulo duplo é dividido por 2 e o resultado é comparado com o valor obtido no ângulo simples, a diferença deve ser de no máximo 20'' para mais ou para menos ...

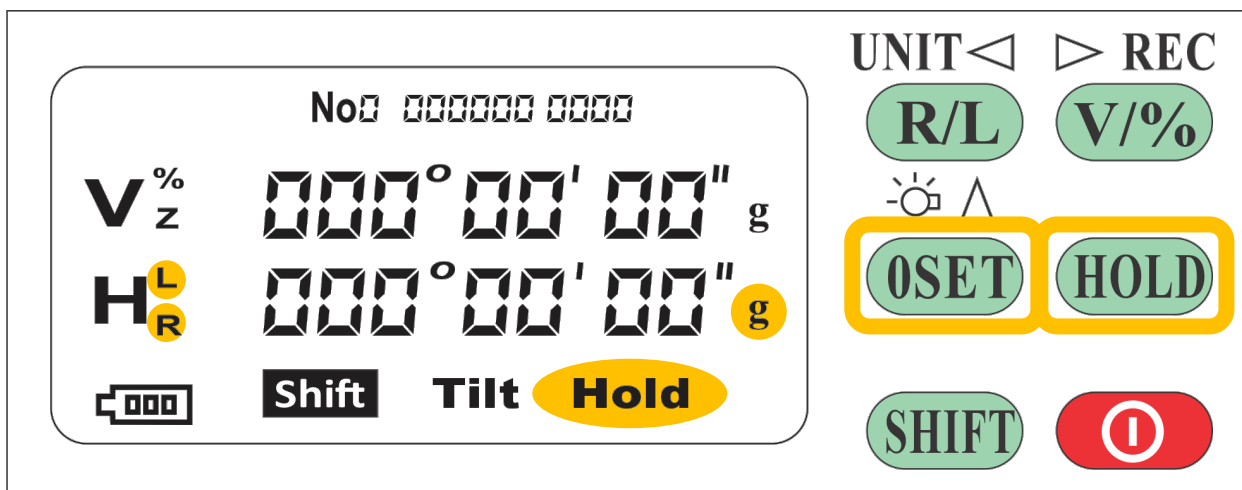
$$\text{PRECISÃO: } \frac{\alpha_2}{2} = \alpha_1 \pm 20''$$

Estes 20'' são adotados para os teodolitos mecânicos. Para os teodolitos eletrônicos este valor pode cair para 10'' ou menos.

A seguir, algumas ilustrações sobre a medida de ângulo horizontal utilizando-se um teodolito eletrônico.



Visor do teodolito eletrônico FOIF DT202C

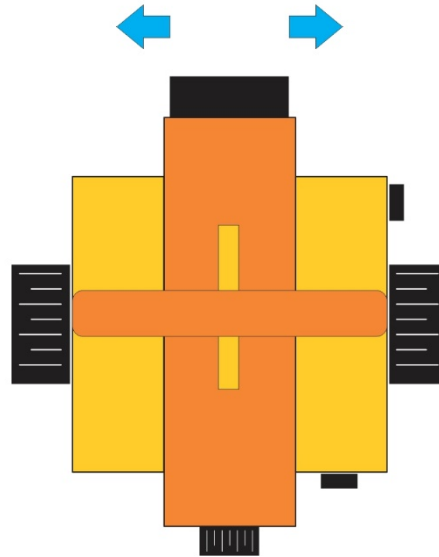


O esquema acima representa o teclado do teodolito eletrônico **FOIF DT202C**. Os itens destacados em amarelo são os que deverão ser observados na medida do *ângulo duplo*.

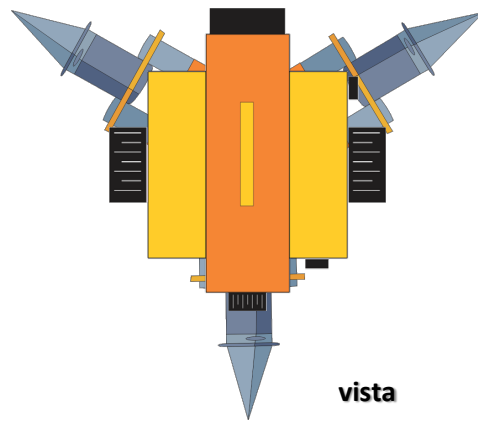
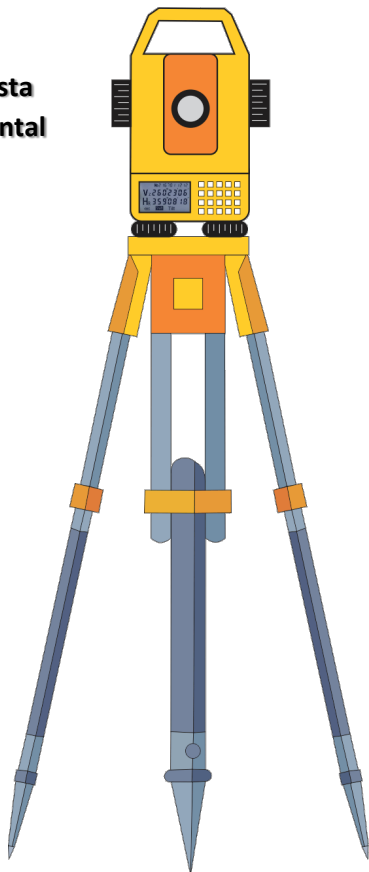
O "L" e o "R" ao lado do H (de horizontal), representam leitura para a esquerda (L), ou seja, giro da alidade da direita para a esquerda ou para a direita (R), ou seja, da esquerda para a direita.

"g" indica que o valor do ângulo horizontal está sendo exibido em graus no sistema sexagesimal de graus, minutos e segundos. "HOLD" é a tecla que faz a fixação do valor do ângulo horizontal que está no visor e, "OSET" zera o ângulo horizontal, ou seja, faz com que seja exibido o valor de $0^{\circ}00'00''$.

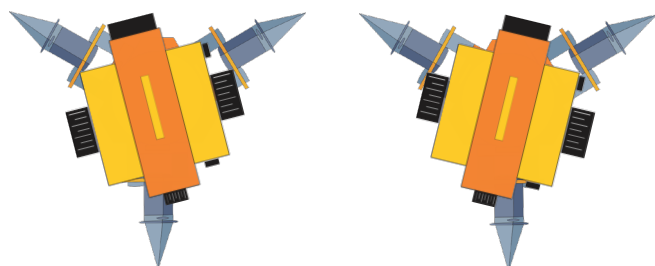
30° 20° 10° 0° 10° 20° 30°



vista frontal

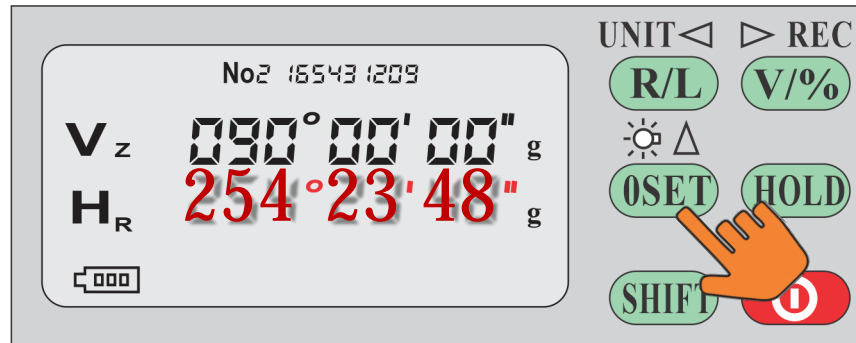


vista superior

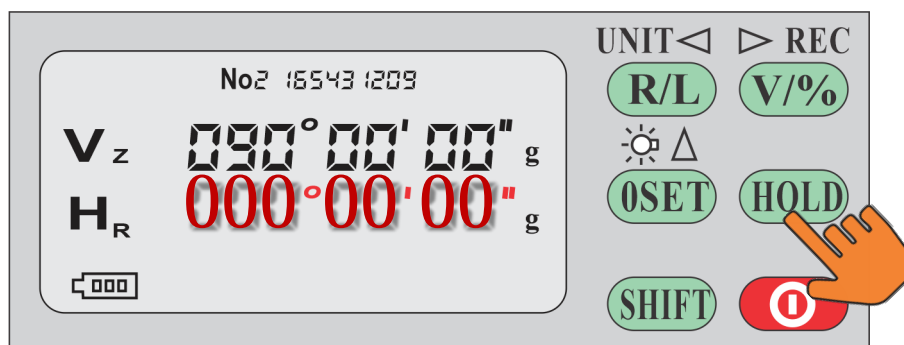


Medição de Ângulo Simples

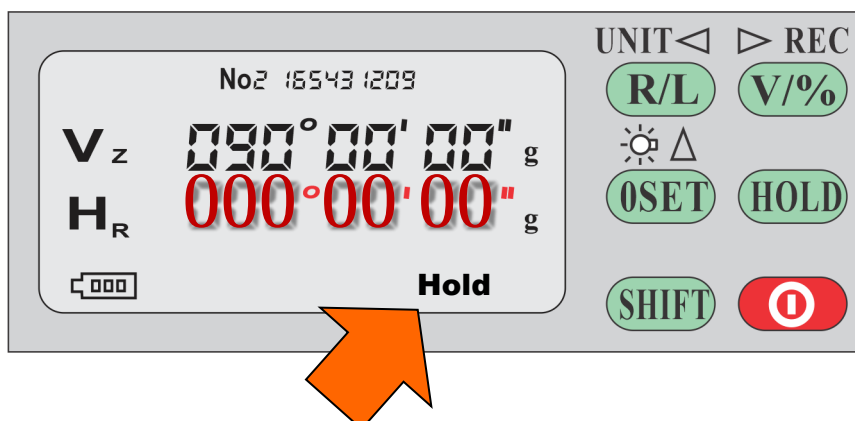
1. Fixar a alidade e pressionar a tecla **OSET**



2. Pressionar a tecla HOLD para fixar o valor de $0^{\circ}00'00''$ no visor

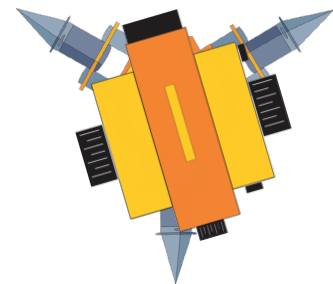
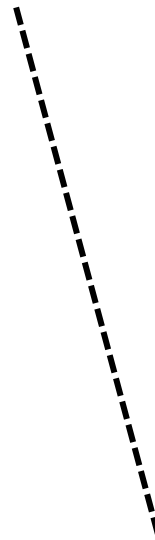


3. No visor irá aparecer a palavra **HOLD** indicando que este efeito está ativo



4. Visualizar o **vértice A**, fixar a alidade e proceder a colimação através dos anéis micrométricos fazendo ajustes finos com precisão do cruzamento dos fios do retículo sobre o vértice em questão

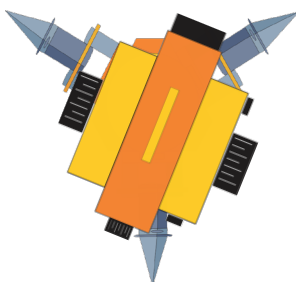
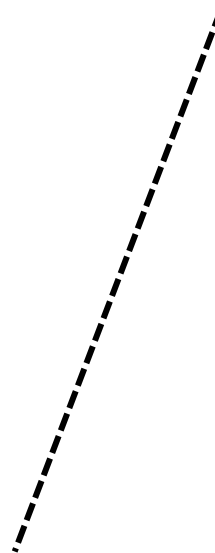
**vértice
A**



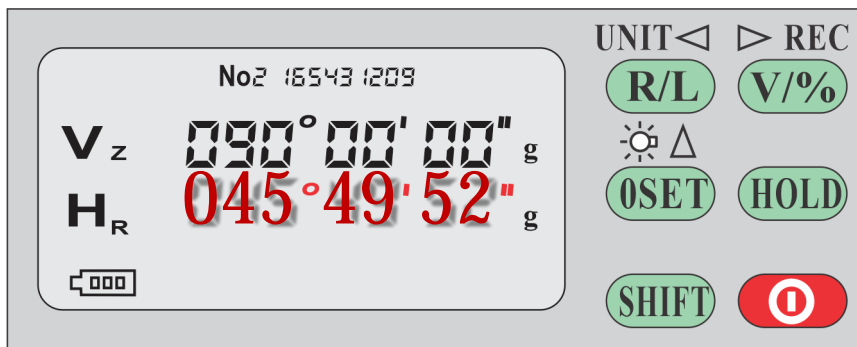
**vértice
A**



**vértice
B**



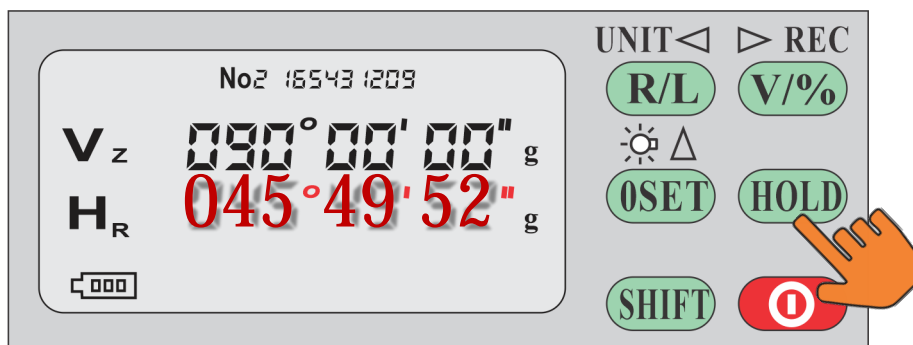
5. Após, pressionar **HOLD** para liberar a contagem do teodolito, gira-se a alidade no sentido horário até o **vértice B**



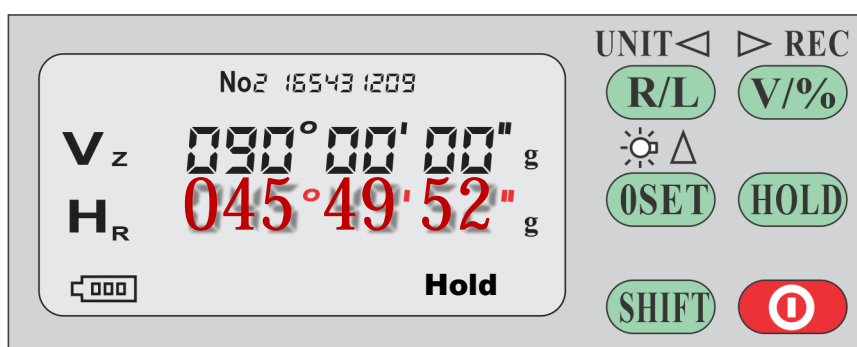
Valor do *ângulo simples entre A e B* = $45^{\circ}49'52''$

Medição de Ângulo Duplo

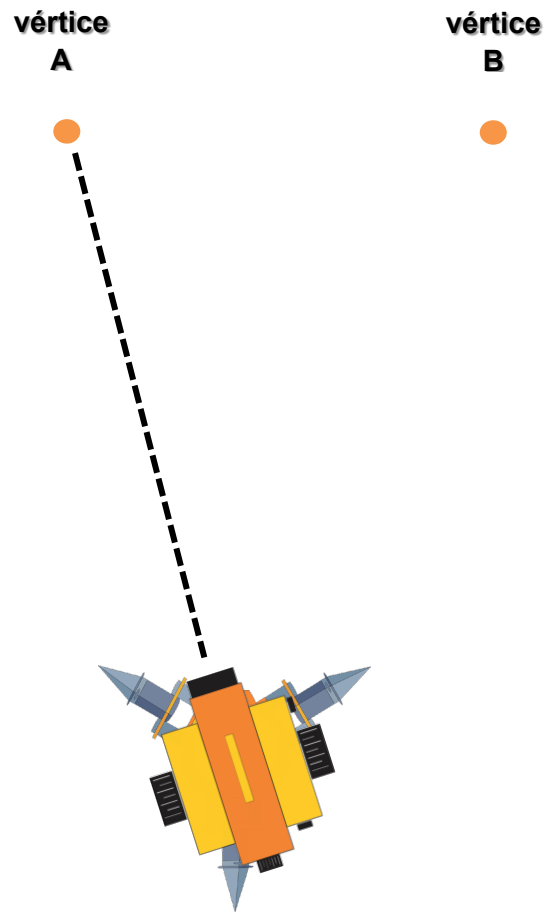
1. Com o valor do ângulo simples ainda no visor, pressiona-se HOLD para fixá-lo



2. Com o ângulo simples fixado no visor, visualizamos novamente o **vértice A**

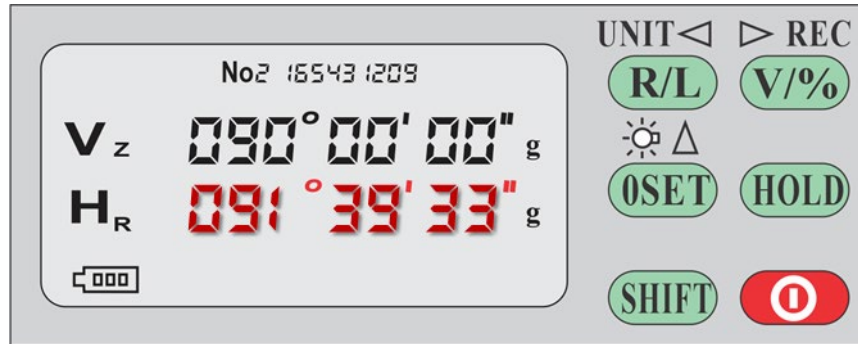


3. Pressiona-se novamente **HOLD**, agora para liberar o teodolito para a contagem e gira-se a alidade novamente para o **vértice B**



4. No **vértice B**, faz-se a colimação

5. ...assim, o ângulo simples é dobrado: **91°39'33"**



6. Agora é preciso fazer a verificação da precisão da leitura angular executada

$\alpha_1 \rightarrow$ ângulo simples $\rightarrow 45^\circ 49' 52''$

$\alpha_2 \rightarrow$ ângulo duplo $\rightarrow 91^\circ 39' 33''$

Precisão: $\alpha_2 \div 2 = \alpha_1 \pm 20''$

$$91^\circ 39' 33'' \div 2 = 45^\circ 49' 46''$$

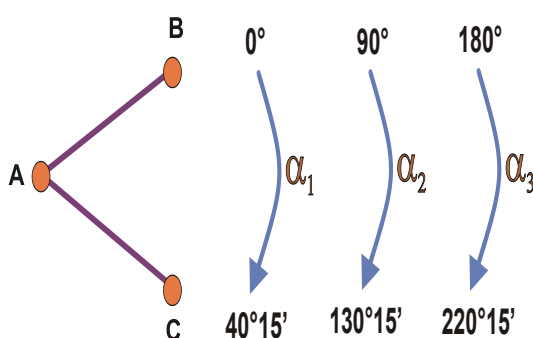
Compara-se este valor com o determinado pelo ângulo simples:

$$45^\circ 49' 46'' - 45^\circ 49' 52'' = 0^\circ 0' 06''$$

6" é menor que **20"**, portanto, foi uma boa leitura. Utilizaremos para cálculos futuros o valor determinado de **45°49'46"**

MÉTODO DAS REITERAÇÕES

Este método consiste em iniciar-se a contagem de um ângulo a partir, inicialmente, de **0°** e, após, a partir de **90°**, depois, a partir de **180°** e, por fim, **270°**, podendo-se repetir a sequência, ou parte dela, quantas vezes quiser.



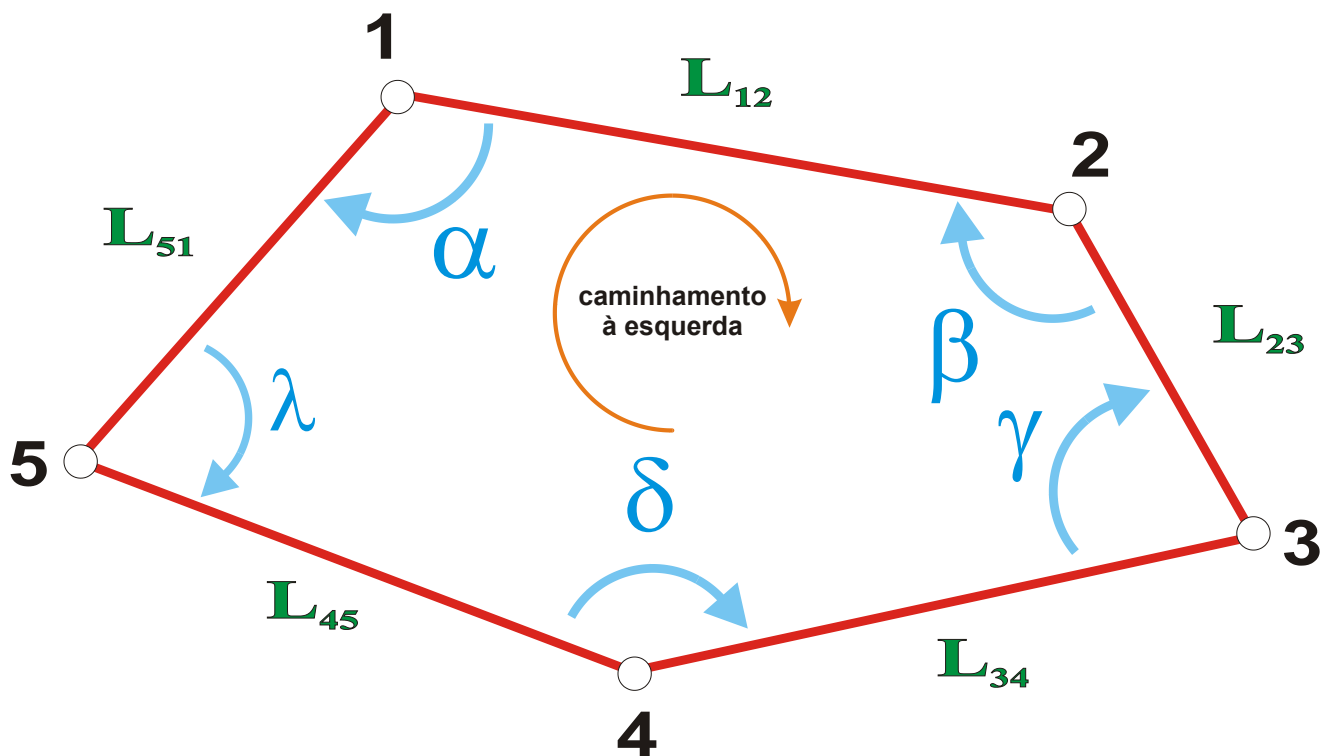
$$\text{ângulo médio} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \dots}{\text{número de reitera\c{c}oes}}$$

Este procedimento é útil quando há uma desconfiança de que o aparelho não está medindo corretamente o ângulo horizontal devido, por exemplo, ao fato de algum eixo não estar ortogonal aos demais.

MÉTODOS DE LEVANTAMENTOS PLANIMÉTRICOS

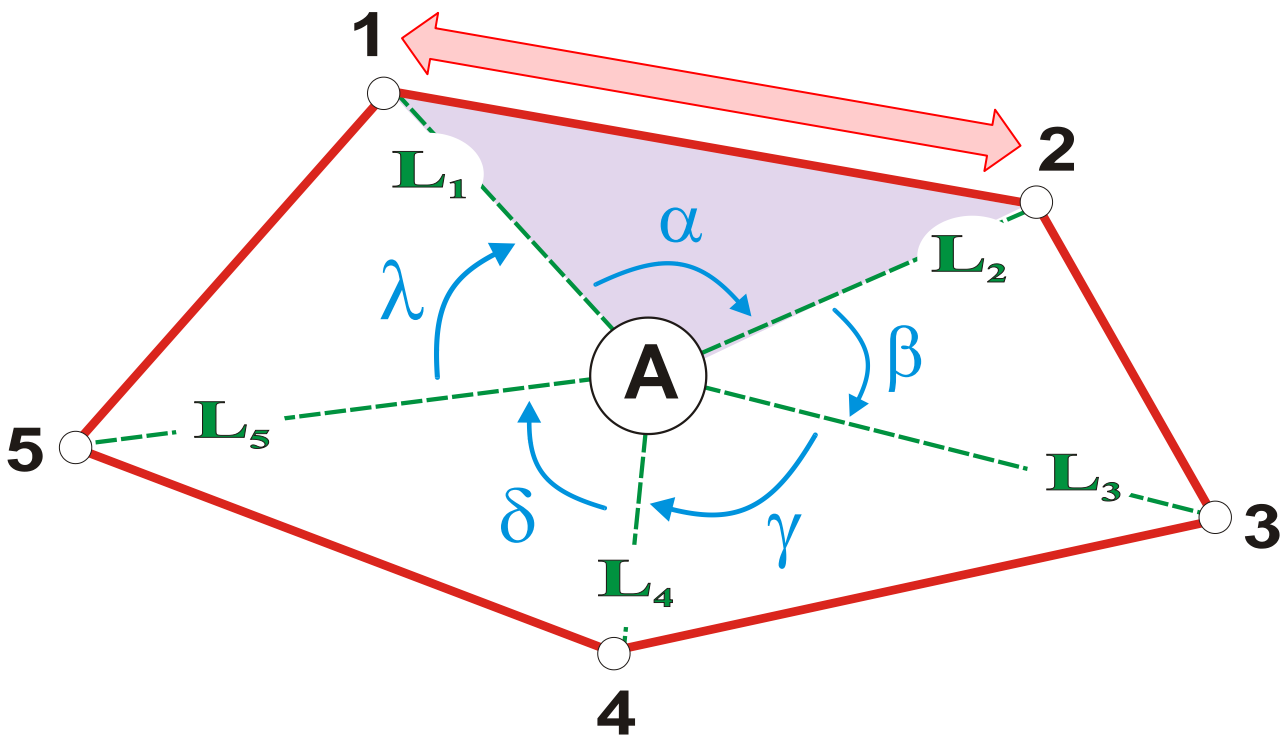
1. Método do Caminhamento Perimétrico

É o método planimétrico mais utilizado na prática. Aplicado principalmente para áreas relativamente grandes e acidentadas. O operador deve caminhar sobre as linhas das divisas, instalando o aparelho nos pontos que melhor definam os detalhes planimétricos, para medir as distâncias e os ângulos formados pelas linhas de divisa. É um método trabalhoso, mas muito bom quanto à precisão das medidas.



2. Método das Irradiações (Coordenadas Polares)

Empregado para pequenas áreas e, além disso, relativamente planas. Utilizado como auxiliar dos levantamentos por caminhada. Método simples, precisão relativamente boa, mas não permite controle dos erros que possam ocorrer. Consiste em se escolher um ponto de situação dominante de onde possa se visualizar todos os pontos do polígono. A partir do vértice, medem-se 2 lados e um ângulo. O método baseia-se na decomposição da área em triângulos.

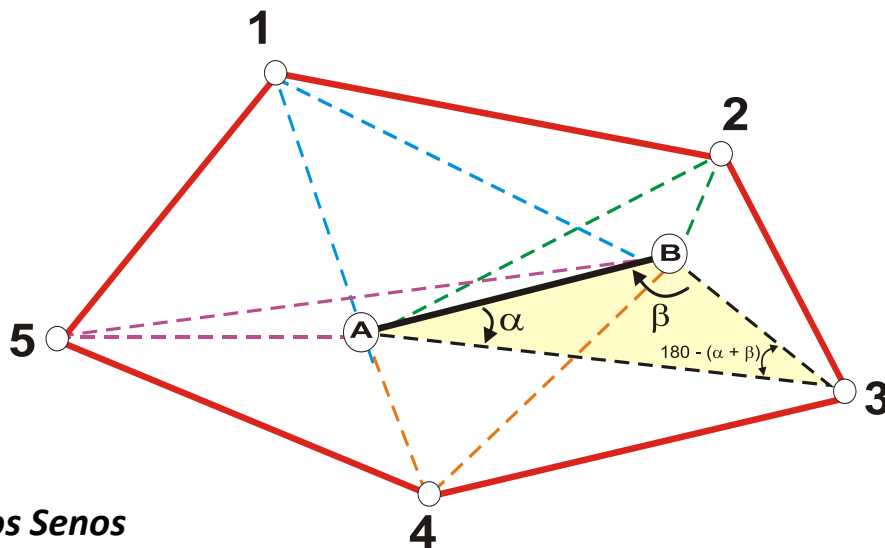


$$\text{LADO } \overline{12} = \sqrt{L_1^2 + L_2^2 - 2L_1L_2 \cos \alpha}$$

$$\text{AREA } \Delta_{A12} = \frac{L_1 \times L_2 \times \text{sen } \alpha}{2}$$

3. Método da Intersecção (Coordenadas Bipolares)

Este método é aplicado em áreas pequenas, planas e descobertas. Sendo utilizado quando algum vértice é inacessível. Não há um bom controle dos erros que possam vir a ocorrer. Grande parte de sua precisão depende da escolha da base, que pode ser um dos lados da poligonal, sempre tomando-se o cuidado para que esteja disposta de tal forma que, os ângulos formados, não sejam nem muito *agudos* nem muito *obtusos*. Em sua execução mede-se um lado do triângulo (*base*) e os dois ângulos adjacentes. O vértice é determinado pela intersecção do prolongamento das duas retas.



Lei dos Senos

$$\frac{\overline{B3}}{\text{sen } \alpha} = \frac{\overline{A3}}{\text{sen } \beta} = \frac{\overline{AB}}{\text{sen } [180 - (\alpha + \beta)]}$$

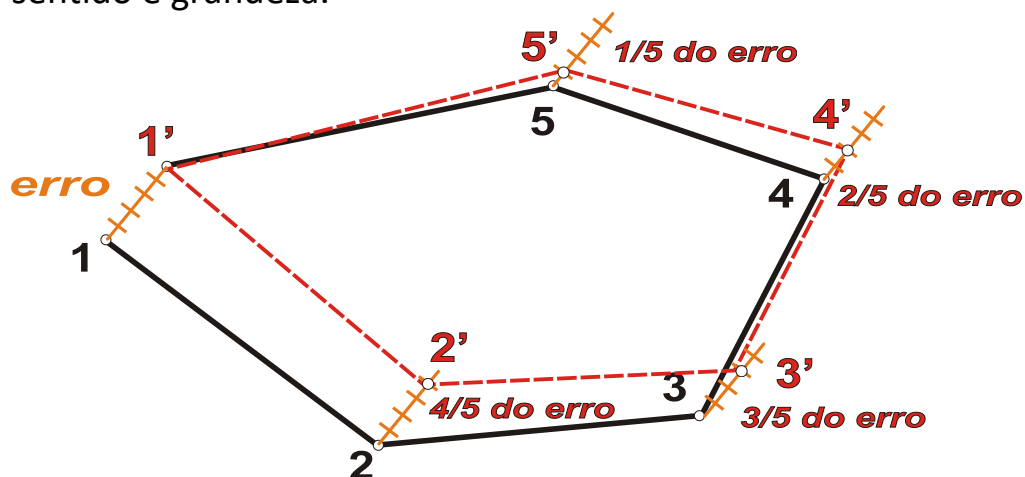
ERRO LINEAR

Este tipo de erro ocorre quando o desenho da poligonal é feito a partir de ângulos (real grandeza) e distâncias (escala). Quando desenhamos com coordenadas este tipo de erro não ocorre.

COMPENSAÇÃO GRÁFICA

CASO 1

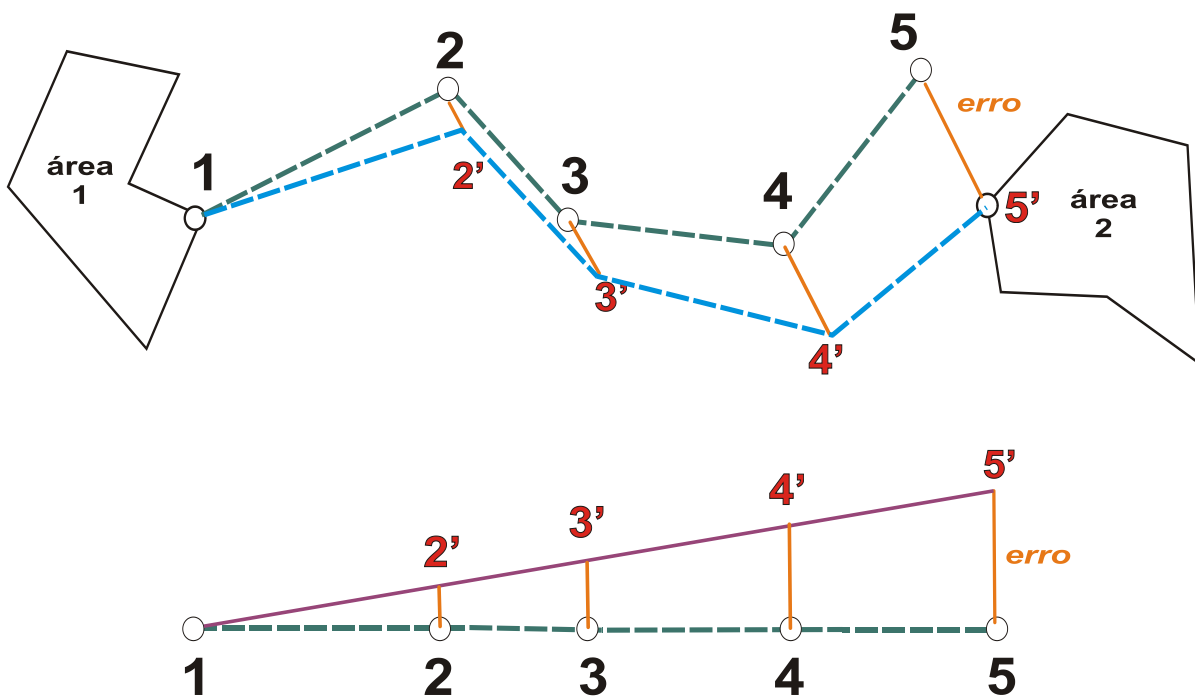
Vejamos o caso de uma *poligonal de lados aproximadamente iguais*, cujo erro determinado por sua representação gráfica em planta é **1-1'** caracterizado em direção, sentido e grandeza.



Este erro 1-1' deve ser dividido pelo número de vértices da poligonal, no caso acima, 5 vértices. Este erro de forma inteira permanece no vértice 1. Para o vértice 2 aplicamos $\frac{4}{5}$ do erro, para o vértice 3 aplicamos $\frac{3}{5}$ do erro, para o vértice 4 aplicamos $\frac{2}{5}$ do erro e, finalmente, para o vértice 5 aplicamos $\frac{1}{5}$ do erro. A poligonal tracejada em vermelho está devidamente compensada com a distribuição do erro em cada um de seus vértices.

CASO 2

Aplica-se este tipo de correção em *poligonais de lados desiguais*. No exemplo a seguir, determinou-se em planta o erro total 5-5', que deve ser compensado ou distribuído proporcionalmente ao comprimento dos lados. Este tipo de erro é comum em poligonais abertas como, por exemplo, de ligação entre duas outras poligonais.



Determinado o erro 5-5', desenhamos uma reta na horizontal representando todos os segmentos de reta da poligonal aberta com a mesma grandeza. Desenhamos o erro encontrado 5-5' perpendicularmente ao vértice correspondente (vértice 5) e unimos sua extremidade ao vértice 1. Os segmentos de reta gerados em cada um dos vértices deverão ser desenhados com a mesma dimensão e direção do erro. A poligonal gerada por estes novos pontos representa a poligonal compensada.