



# *Simplificando o Levantamento Topográfico*

*Karl Zeiske*

*Leica*  
Geosystems

# Introdução

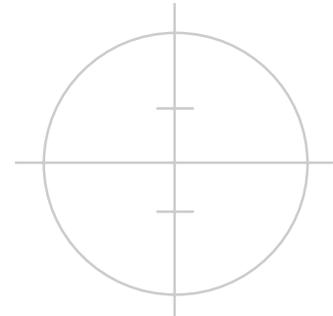
Este guia apresenta os princípios básicos de um levantamento topográfico.

Os instrumentos mais importantes para um levantamento topográfico são os Níveis e as Estações Totais, os quais são destinados aos trabalhos de rotina da engenharia. Algumas respostas sobre como e quando utilizá-los serão encontradas aqui.

- Quais são as principais características destes instrumentos?
- O que deve ser levado em conta ao se realizar medições com um Nível ou com uma Estação Total?
- Quais são as consequências dos erros dos instrumentos?
- Como esses erros podem ser reconhecidos, determinados e eliminados?
- Como são realizados os levantamentos topográficos mais corriqueiros?

O uso dos Níveis e das Estações Totais é ilustrado por uma série de exemplos práticos. Além disso, são também descritos os programas aplicativos incorporados às Estações Totais modernas fabricadas pela Leica Geosystems. Esses programas facilitam as tarefas de levantamento. De posse do conhecimento contido neste guia, e com a ajuda do manual do usuário, é possível realizar os trabalhos de campo de uma forma segura e eficiente. Este guia não descreve todos os equipamentos da Leica Geosystems disponíveis atualmente no

mercado, como também não faz referência a características individuais. Essas informações podem ser obtidas nos manuais dos equipamentos, consultando os Consultores Técnicos da Leica Geosystems ou através das páginas do site da Leica, na Internet ([www.leica-geosystems.com](http://www.leica-geosystems.com)).





<b>O Nível</b>	<b>4</b>	Medindo distâncias sem usar prismas	19
<b>A Estação Total</b>	<b>5</b>	Reconhecimento de alvo automático	19
Coordenadas	6	Locação de Gabaritos	20
Medição de ângulos	7	<b>Erros instrumentais</b>	<b>22</b>
<b>Preparando-se para a medição</b>	<b>8</b>	Verificando a linha de visada	22
Instalando o instrumento	8	Verificando o EDM da Estação Total	23
Nivelando o instrumento	8	Erros instrumentais da Estação Total	24
Instalando a Estação Total sobre um ponto no solo	9	<b>Trabalhos rotineiros de campo</b>	<b>26</b>
<b>Medindo com o Nível</b>	<b>10</b>	Alinhando a partir do ponto médio	26
Diferença de cota entre dois pontos	10	Medindo declividades	27
Medindo distâncias opticamente com o Nível	11	Medindo ângulos retos	28
Nivelamento seqüencial	12	<b>Programas aplicativos</b>	<b>29</b>
Locando pontos cotados	13	Cálculo de áreas	29
Perfil Longitudinal e Seção transversal	14	Locação	30
O Nível Digital	15	Altura remota	31
O laser rotativo	15	Distância entre pontos	32
<b>Medindo com uma Estação Total</b>	<b>16</b>	Estação livre	33
Extrapolando uma linha reta	16	<b>Programas aplicativos disponíveis</b>	<b>34</b>
Locação polar de um ponto	16	<b>Levantamento com GPS</b>	<b>35</b>
Perpendicular a um ponto de cota conhecida	17		
Levantamentos (método polar)	18		

# *0 Nível*

Um Nível é essencialmente constituído por uma luneta que pode ser rotacionada ao redor de um eixo vertical; ele é usado para criar uma linha de visada horizontal de maneira a permitir a determinação de diferenças de altitudes e a realização de locações de pontos. Os Níveis da Leica Geosystems são também equipados com um círculo horizontal que é muito útil na locação de ângulos retos, como por exemplo, no levantamento de seções transversais. Além disso, os Níveis podem ser usados para a determinação óptica da distância com uma precisão de 0.1 a 0.3 metros.



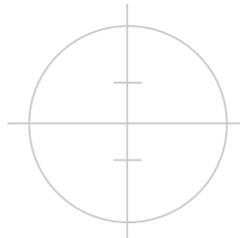
# *A Estação Total*

Uma Estação Total é constituída por um teodolito com um distanciômetro e um coletor de dados acoplados, podendo dessa maneira medir e gravar ângulos e distâncias ao mesmo tempo. As Estações Totais eletrônicas atuais possuem um distanciômetro óptico-eletrônico (EDM) e um dispositivo de varredura de ângulos eletrônico. As escalas codificadas dos círculos horizontal e vertical são varridas eletronicamente e, em seguida, os ângulos e as distâncias são exibidos em um visor digital. A distância horizontal, a diferença de cota e as coordenadas são calculadas automaticamente e todas as medições e informações adicionais podem ser gravadas na memória interna ou através de um dispositivo externo

denominado caderneta eletrônica.

As Estações Totais da Leica são fornecidas junto com um pacote de programas que facilitam e aceleram as tarefas de levantamento. As características principais desses programas são apresentadas no tópico "Programas Aplicativos".

As Estações Totais devem ser usadas sempre que for necessário determinar as posições e as cotas ou somente as posições dos pontos.

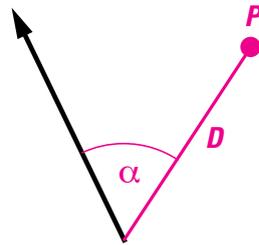


# Coordenadas

Para descrever a posição de um ponto são necessárias duas coordenadas. As coordenadas polares necessitam de um alinhamento e de um ângulo.

As coordenadas planas cartesianas necessitam de duas linhas compreendidas em um sistema ortogonal. A Estação Total mede coordenadas polares, as quais são transformadas em coordenadas planas cartesianas baseadas em um sistema ortogonal. Essa transformação pode ser realizada pelo próprio instrumento ou posteriormente no escritório.

Direção de referência



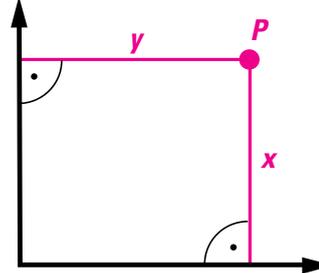
**Coordenadas polares**

Transformação

Dados:  $D, \alpha$   
Desejados:  $x, y$

$$y = D \operatorname{sen} \alpha$$
$$x = D \operatorname{cos} \alpha$$

Abscissa (x)

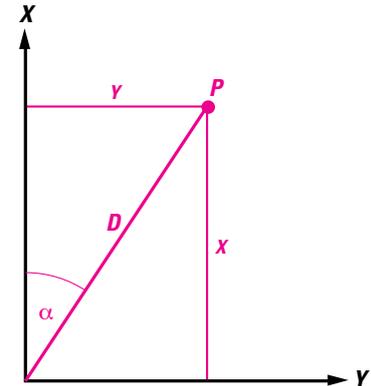


**Coordenadas planas cartesianas**

Ordenadas (y)

Dados:  $x, y$   
Desejados:  $D, \alpha$

$$D = \sqrt{y^2 + x^2}$$
$$\operatorname{sen} \alpha = y/D \text{ ou}$$
$$\operatorname{cos} \alpha = x/D$$



## Medição de ângulos

Um ângulo representa a diferença entre duas direções.

O ângulo horizontal  $\alpha$  entre as duas direções determinadas pelos pontos  $P_1$  e  $P_2$  independe da diferença de elevação existente entre eles, desde que a luneta se movimente estritamente no plano vertical, independentemente da orientação horizontal. Essa condição, logicamente, só é satisfeita em condições ideais.

O ângulo vertical (também denominado zenital) corresponde à diferença na vertical entre uma direção estabelecida (conhecida como direção do zênite) e a direção do ponto considerado.

O ângulo vertical só está correto se a leitura do zero no círculo vertical do

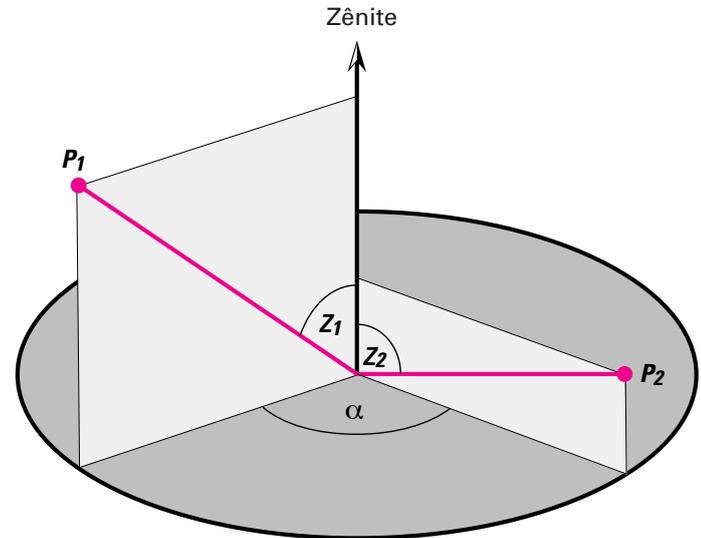
instrumento corresponder exatamente a direção zenital. Essa hipótese também só é satisfeita em condições ideais.

Os desvios das condições ideais são causados por erros dos eixos do instrumento e pelo nivelamento inadequado (consulte o tópico: "Erros dos Instrumentos").

$Z_1$  = ângulo zenital em relação a  $P_1$

$Z_2$  = ângulo zenital em relação a  $P_2$

$\alpha$  = ângulo horizontal entre as duas direções determinadas pelos pontos  $P_1$  e  $P_2$ , isto é, o ângulo existente entre os dois planos verticais formados pelas linhas perpendiculares desenhadas a partir de  $P_1$  e  $P_2$ , respectivamente.



## Instalando o instrumento

1. Estenda as pernas do tripé até onde achar necessário e, em seguida, aperte firmemente as travas ou os parafusos.
2. Instale o tripé de modo a deixar a sua base o máximo possível na horizontal e as suas pernas firmemente apoiadas no solo.
3. Coloque o instrumento sobre o tripé e fixe-o usando o parafuso de fixação central.

## Nivelando o instrumento

Após instalar o instrumento, nivele-o aproximadamente usando a bolha circular.

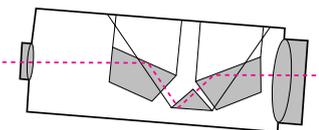
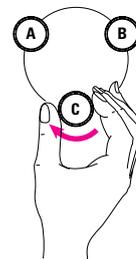
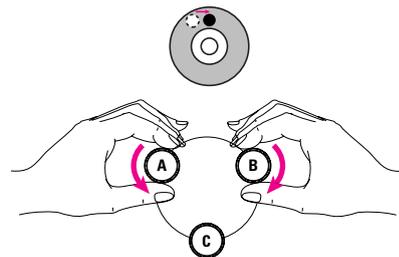
Gire dois dos parafusos calantes em direções opostas e ao mesmo tempo. O dedo indicador da mão direita indica a direção na qual a bolha deve se deslocar (vide ilustração a direita, acima). Use o terceiro parafuso calante para centralizar a bolha (vide ilustração a direita, abaixo).

Para verificar o nivelamento, rotacione o instrumento 180°. A bolha deverá permanecer centralizada. Caso isso não ocorra, é necessário realizar uma calibração do instrumento (consulte o manual do usuário).

Para um Nível, o compensador corrige automaticamente o nivelamento final. O

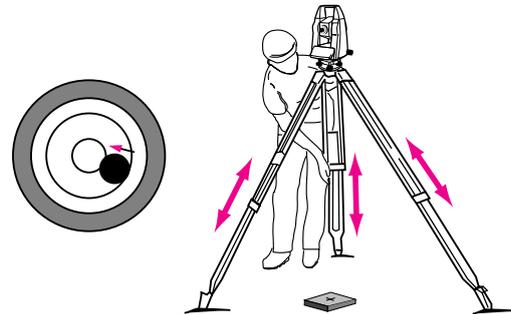
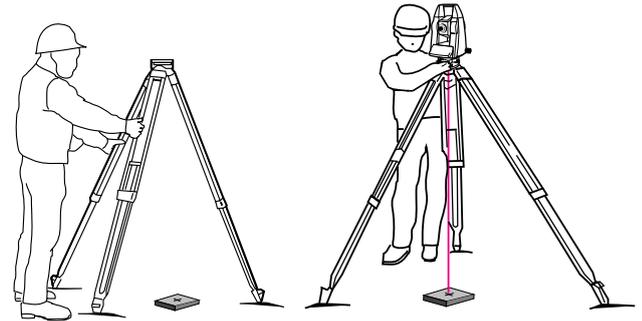
compensador é constituído basicamente de um conjunto de prismas que direcionam o raio de luz para o centro do retículo, mesmo se existir algum desnivelamento residual da luneta (vide ilustração abaixo).

Se o usuário depois de nivelar o Nível mover ligeiramente uma das pernas do tripé (desde que a bolha esteja centralizada), ele irá perceber que a linha de visada se move ao redor da leitura na mira, mantendo-se sempre sobre o mesmo ponto. Esse é o modo de testar se o compensador pode mover-se livremente.



### Instalando a Estação Total sobre um ponto no solo

1. Coloque o tripé aproximadamente sobre o ponto no solo.
2. Verifique o posicionamento do tripé, em todos os lados, de modo a deixar a sua base aproximadamente na horizontal e sobre o ponto desejado (vide ilustração esquerda, superior).
3. Fixe as pernas do tripé firmemente no solo e use o parafuso de fixação central para fixar o instrumento sobre o tripé.
4. Ligue o prumo a laser (ou, nos instrumentos antigos, olhe através do prumo óptico) e gire os parafusos calantes até o ponto laser ou o prumo óptico coincidir com o ponto no solo (vide ilustração direita, superior).
5. Centralize a bolha circular ajustando as pernas do tripé (vide ilustração inferior).
6. Após nivelar o instrumento, afrouxe o parafuso de fixação central de modo a movimentar o equipamento sobre a base do tripé, até o ponto laser coincidir precisamente com o ponto no solo.
7. Aperte novamente o parafuso de fixação central.

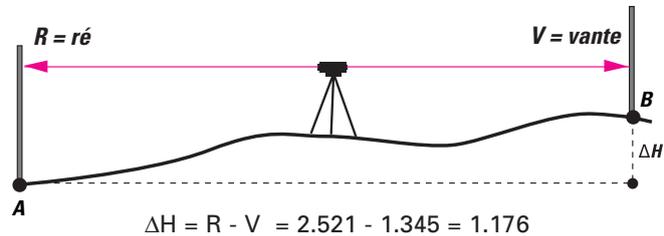


## Diferença de cota entre dois pontos

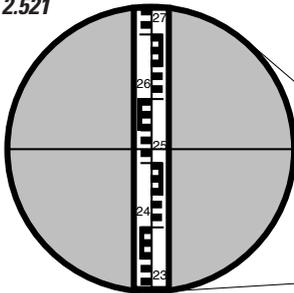
O princípio básico do nivelamento consiste na determinação da diferença de cota entre dois pontos.

Para eliminar os erros sistemáticos relacionados às condições atmosféricas ou os erros de colimação residuais, o instrumento deve estar aproximadamente equidistante dos dois pontos.

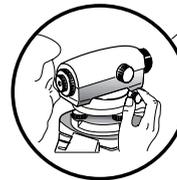
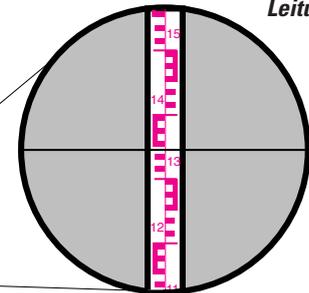
A diferença de cota é calculada a partir da diferença entre as leituras de ré e vante dos pontos A e B, respectivamente.



Leitura: 2.521



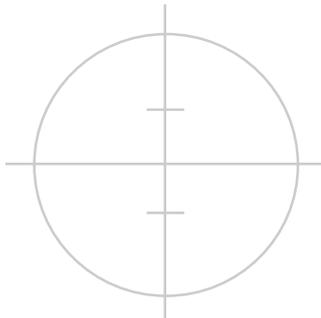
Leitura: 1.345



### Medindo distâncias opticamente com o Nível

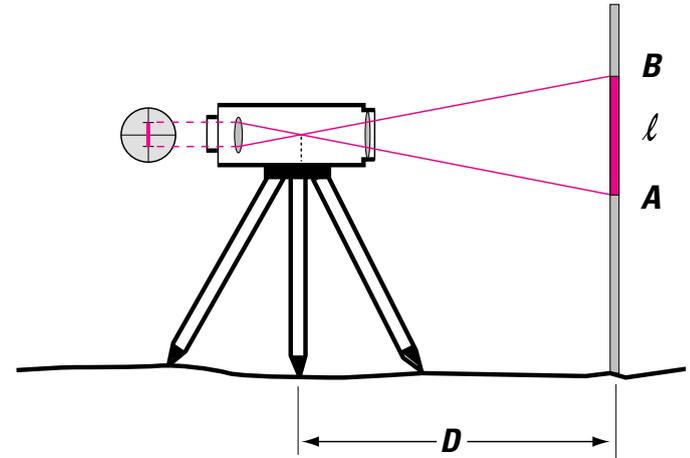
O retículo de limite do Nível possui dois fios estadimétricos dispostos simetricamente em relação a marca de cruz central. A distância pode ser obtida multiplicando-se por 100 o segmento na mira, equivalente ao espaçamento entre os fios estadimétricos (vide esquema ao lado).

Precisão da distância medida: 10 – 30 cm



#### Exemplo:

Leitura do fio estadimétrico superior  $B = 1.829$   
Leitura do fio estadimétrico inferior  $A = 1.603$   
Segmento equivalente na mira  $l = B - A = 0.226$   
Distância =  $100 l = 22.6$  m



# Nivelamento seqüencial

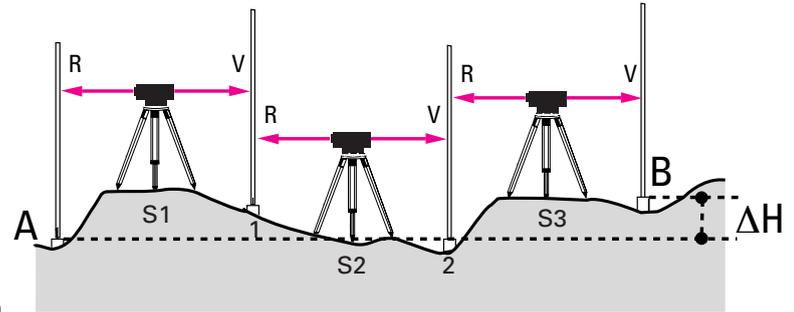
Se os pontos A e B estiverem muito distantes, a diferença de cota entre eles é determinada realizando-se um nivelamento com pontos intermediários, afastados normalmente de 30 a 50 metros.

Verifique as distâncias entre o instrumento e as duas miras; elas precisam ser aproximadamente iguais.

1. Instale o instrumento em S1.
2. Instale a mira no ponto A. Ela deverá ser colocada precisamente na vertical. Leia e anote a leitura (ré R).
3. Instale a mira no ponto de mudança 1. Leia e anote a leitura (vante V).

4. Instale o instrumento em S2 (a mira deve permanecer no ponto 1).
5. Gire cuidadosamente a mira em torno do ponto 1, de modo que a sua face fique voltada para o instrumento.
6. Faça a leitura de ré e proceda da mesma forma descrita a partir do item 1.

**A diferença de cota entre A e B é igual a soma de todas as leituras de ré e de vante efetuadas (considerando as leituras de vante negativas).**



Esta- ção	No. do Pto	Ré R	Vante V	Cota	Observações
A				420.300	
S1	A	+2.806			
	1		-1.328	421.778	= leitura A+R-V
S2	1	+0.919			
	2		-3.376	419.321	
S3	2	+3.415			
	B		-1.623	421.113	
Soma		+7.140 -6.327	-6.327	+0.813	= cota B - cota A
ΔH		+0.813			= diferença de cota AB

## Locando pontos cotados

Em uma escavação, um ponto B deve ser locado em uma cota  $H = 1.00$  metro abaixo do nível da rua (Ponto A).

1. Instale o Nível de modo que as distâncias de visada em relação a A e B sejam aproximadamente iguais.
2. Instale a mira no ponto A e faça a leitura de ré -  $R = 1.305$ .
3. Instale a mira no ponto B e faça a leitura de vante -  $V = 2.520$ .

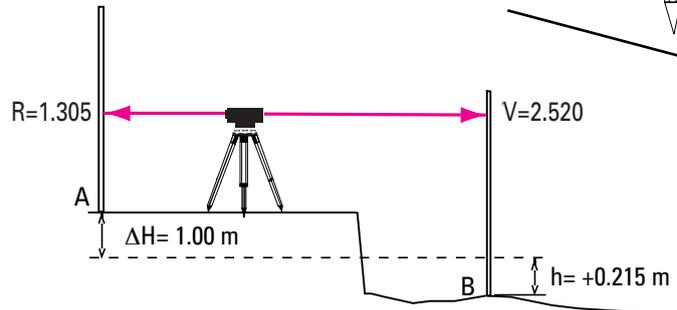
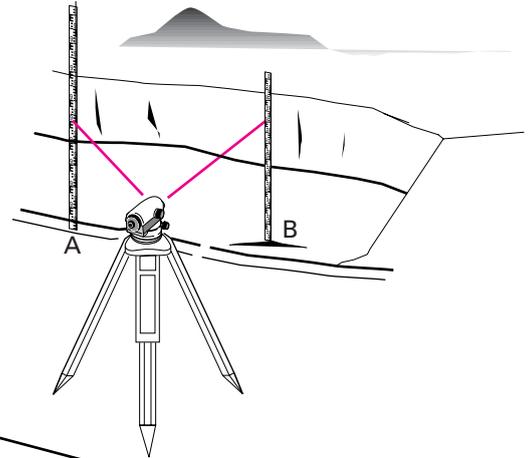
A diferença  $h$  em relação a cota B medida é calculada da seguinte maneira:

$$h = V - R - \Delta H = 2.520 - 1.305 - 1.00 = +0.215 \text{ m.}$$

4. Fixe uma estaca no ponto B e assinale a cota desejada (0.215 m acima do solo).

Em um outro método frequentemente usado, a leitura de mira desejada é calculada inicialmente:  
 $V = R - \Delta H = 1.305 - (-1.000) = 2.305$

A mira é então deslocada para cima ou para baixo, até que o valor desejado possa ser lido.

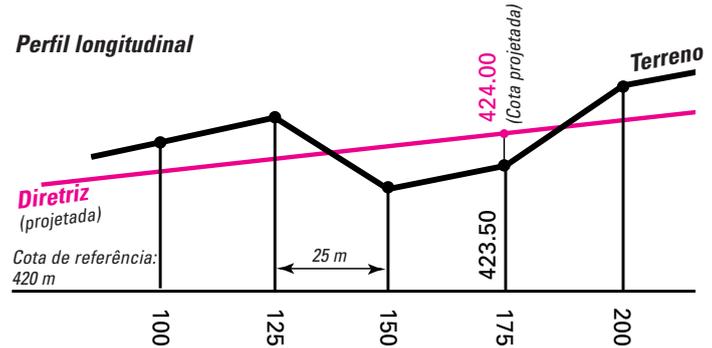


## Perfil Longitudinal e Seção transversal

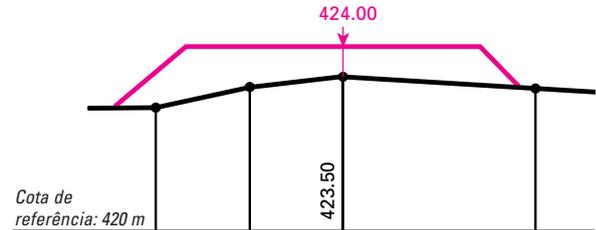
Os perfis longitudinais e as seções transversais formam a base para o planejamento e a locação detalhadas das vias de comunicação (ex.: estradas de rodagem), para o cálculo de terraplenagem e também para a definição do melhor projeto das vias em função da topografia. Inicialmente, o eixo longitudinal (diretriz) é locado e estaqueado. Isso significa que os pontos são estabelecidos e marcados em intervalos regulares. É então criado um perfil longitudinal ao longo da diretriz, determinando-se as cotas dos pontos estaqueados através de um nivelamento. Sobre os pontos do estaqueamento e sobre os pontos que determinam os elementos topográficos de destaque, é realizado o levantamento das seções transversais (posicionadas em uma direção perpendicular à diretriz). As cotas dos pontos

das seções transversais são determinadas a partir da cota conhecida do instrumento. Primeiramente, posicione a mira em um ponto conhecido do estaqueamento. A cota do instrumento corresponde a soma da leitura da mira com a cota do ponto da estação. Para obter as cotas dos pontos das seções transversais, subtraia as leituras da mira da cota do instrumento. As distâncias entre o ponto da estação até os pontos da seção transversal podem ser determinadas com uma trena ou por estadimetria através do Nível. Ao representar um perfil longitudinal graficamente, as cotas dos pontos do estaqueamento, consideradas a partir de uma cota de referência, são expressas em uma escala superior das distâncias longitudinais existentes entre eles (ex.: 10 vezes maior) – vide ilustração ao lado.

Perfil longitudinal



Seção Transversal 175



### O Nível Digital

Os Níveis Digitais da Leica Geosystems foram os primeiros no mundo a serem equipados com um sistema de processamento de imagens eletrônico para a determinação das cotas e das distâncias. O código de barras da mira é lido através de meios eletrônicos, completamente automáticos (vide ilustração).

A leitura da mira e a distância são exibidas



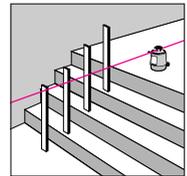
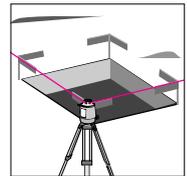
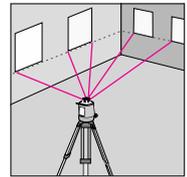
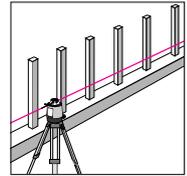
em um visor digital e podem ser gravadas. As cotas das estações das miras são calculadas continuamente, o que elimina os erros relacionados a leitura, gravação e cálculo. A Leica Geosystems oferece programas para pós-processamento dos dados gravados.

Os Níveis Digitais são recomendados para uso em nivelamentos onde é necessário levantar um grande número de cotas. Nessas circunstâncias, a economia de tempo pode chegar a 50%.

### O laser rotativo

Se, por exemplo, em um grande canteiro de obras for necessário locar ou monitorar as cotas de vários pontos, é melhor utilizar um laser rotativo. Nesse tipo de instrumento, um raio laser é rotacionado criando um plano horizontal, que serve de referência para a locação ou monitoramento das cotas de, por exemplo, contra-pisos.

Um detector é movimentado sobre a mira até encontrar o raio laser. A cota pode então ser lida diretamente na mira. Não é necessária a presença de um profissional na estação do instrumento.

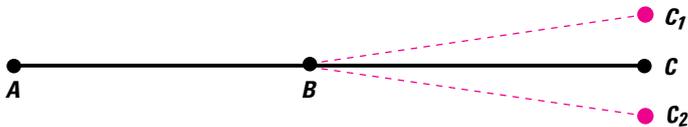


## Extrapolando uma linha reta

1. Posicione o instrumento no ponto B.
2. Vise o ponto A, gire a luneta (tombe a luneta) e marque o ponto  $C_1$ .
3. Gire o instrumento  $180^\circ$  (200 grados) e vise novamente o ponto A.
4. Tombe novamente a luneta e marque o ponto  $C_2$ . O ponto C, média entre  $C_1$  e  $C_2$ , corresponde exatamente a extrapolação da linha AB.

O erro de colimação é responsável pela discrepância entre  $C_1$  e  $C_2$ .

Quando o erro de colimação é eliminado, a influência dos erros corresponde a uma combinação entre os erros de visada, os erros do eixo secundário e os erros do eixo principal.



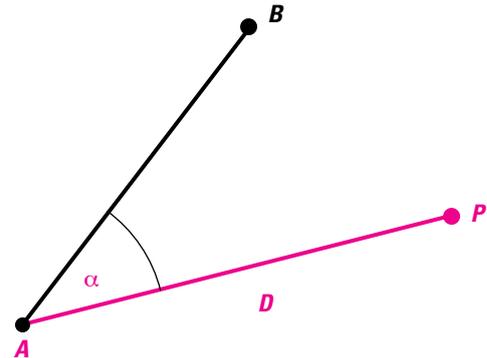
## Locação polar de um ponto

Os elementos de locação (ângulos e distâncias) aqui descritos relacionam-se a um ponto conhecido A e a uma direção AB conhecida.

1. Instale o instrumento no ponto A e vise o ponto B.
2. Zere o ângulo horizontal (consulte o manual do usuário).

3. Rotacione o instrumento até o valor de  $\alpha$  aparecer no visor.

4. Guie o auxiliar (pessoa) ao longo da linha de visada da luneta, medindo continuamente a distância horizontal até atingir o ponto P desejado.



## Perpendicular a um ponto de cota conhecida

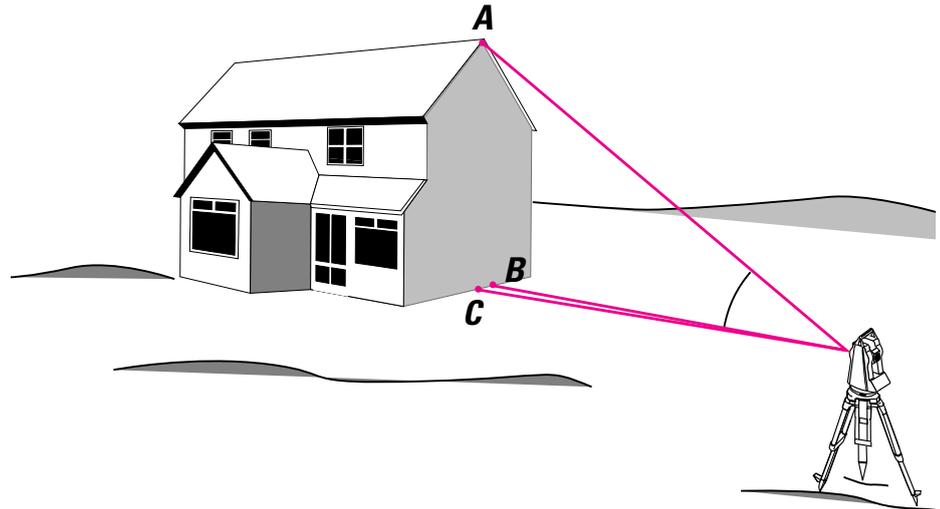
A obtenção da perpendicular a partir de um ponto de cota conhecida, ou a obtenção da perpendicular a partir de um ponto no solo e a inspeção da verticalidade de uma estrutura, podem ser realizadas de uma forma exata utilizando-se as medidas de uma só face da luneta, caso a luneta descreva um plano vertical preciso quando rotacionada em torno do seu eixo. Para certificar-se dessa condição, proceda da seguinte maneira:

1. Vise um ponto A elevado e, em seguida, inclinando a luneta, marque um ponto B no solo.
2. Tombe a luneta e repita o mesmo procedimento para a segunda face. Marque um ponto C.

3. O ponto médio entre os pontos B e C corresponde exatamente ao ponto da perpendicular.

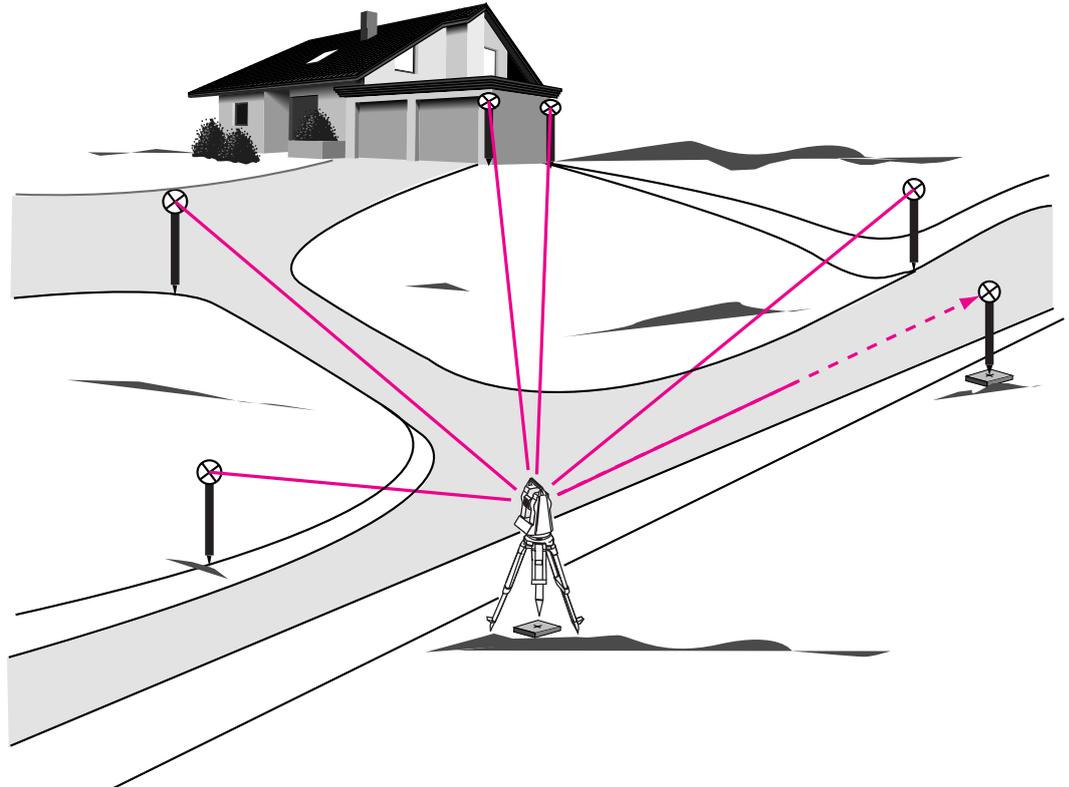
A razão desses pontos não coincidirem é resultado de um erro no eixo secundário e/ou de um erro no eixo principal.

Para realizar esse tipo de trabalho, certifique-se de que a Estação Total encontra-se nivelada com precisão, de modo a minimizar a influência da inclinação do eixo principal em visadas muito acentuadas.



## Levantamentos (método polar)

A realização de um levantamento topográfico pelo método polar, consiste em determinar as posições e as cotas dos pontos desejados, medindo-se os ângulos e as distâncias. Para isso, instale o instrumento em um ponto de coordenadas conhecidas. Selecione um segundo ponto conhecido para orientar o instrumento. Após visar esse ponto, zere o ângulo horizontal (consulte o manual do usuário). Com o instrumento instalado e orientado, proceda a medição.



### Medindo distâncias sem usar prismas

As Estações Totais do tipo TCR da Leica Geosystems possuem além do raio infravermelho tradicional, que mede distâncias com o auxílio de um prisma, um raio laser visível que mede distâncias sem a presença de um prisma. O usuário pode alternar entre esses dois medidores de distância.

Isso traz várias vantagens para levantamentos onde alguns pontos são de difícil acesso ou não podem ser acessados, como por exemplo, durante a medição de fachadas, no posicionamento de tubulações e nas medições de pontos do outro lado de desfiladeiros ou cercas.

O raio laser visível também é adequado para a marcação de alvos em

associação com a gravação de perfis em túneis ou trabalhos em interiores de ambientes.

A trena a laser "DISTO" da Leica Geosystems é um outro instrumento simples que usa um raio laser visível e não necessita de um prisma. Ela é adequada para a determinação de larguras, comprimentos, áreas e volumes, em ambientes fechados.



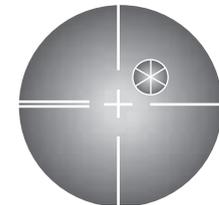
### Reconhecimento de alvo automático

As Estações Totais da Leica Geosystems são equipadas com um sistema para reconhecimento automático do alvo ("ATR"). Isso facilita e acelera as visadas. Basta apontar a luneta aproximadamente no alvo e, em seguida, pressionar um botão para dar início ao refinamento da visada, às medições automáticas de ângulos e distâncias e à gravação dos dados. Essa tecnologia também possibilita a realização de medições automáticas com a ajuda de um computador.

O ATR pode ser colocado em um modo de operação onde os alvos em movimento possam ser seguidos e medidos pela luneta do

instrumento. Após estabelecer um contato inicial com o alvo, o instrumento é travado no alvo e passa a rastreá-lo. As aplicações práticas dessa opção incluem o monitoramento preciso de máquinas de construção civil.

**Vantagens do ATR:** Aumento na velocidade das medições combinado com uma precisão de medição constante que independente do observador.



## Locação de Gabaritos

Durante o alinhamento das edificações é comum extrapolar os seus lados além dos limites da escavação, estabelecendo-se gabaritos que auxiliam na sua construção. Através de linhas fixadas nos gabaritos com pregos, podem ser determinadas as posições de todas as paredes de uma edificação durante a sua construção.

No exemplo a seguir os gabaritos de uma construção deverão ser locados paralelamente as paredes de um grande edifício e com as distâncias a e b (vide ilustração a esquerda).

1. Estabeleça uma linha de base AB, paralela à borda esquerda, a uma distância c qualquer.

2. Marque o ponto A a uma distância d da borda superior; ele será o primeiro local de instalação da Estação Total.

3. Utilizando um piquete, marque o ponto B no final da linha de base.

4. Instale o equipamento no ponto A, vise o ponto B, e estabeleça os pontos  $A_1$ ,  $A_2$  e  $A_3$  nesse alinhamento, de acordo com o comprimento planejado para a lateral da edificação.

5. Ainda com a visada em B, zere o ângulo horizontal, gire a Estação Total de  $90^\circ$  (100 gradus) e estabeleça a segunda linha AC com os pontos  $A_4$ ,  $A_5$  e  $A_6$ .

6. Os pontos do gabarito devem então ser estabelecidos de uma maneira similar, do ponto  $A_1$  até o ponto  $A_6$ , respectivamente.

Se as fundações não tiverem sido escavadas ainda, é possível locar diretamente os lados  $H_1H_2$  e  $H_1H_3$  da edificação e usá-los como uma linha inicial para a marcação dos pontos do gabarito.

Para edificações pequenas, é mais fácil locar o gabarito usando-se um prisma  $90^\circ$  e uma trena.

Um programa para alinhamento de edificações, incorporado em várias Estações Totais da Leica, permite a locação direta de gabaritos a partir de qualquer estação.



## Verificando a linha de visada

Nos Níveis novos, o compensador é ajustado a temperatura ambiente da sala de calibração, de modo que a linha de visada permaneça horizontal, mesmo se o instrumento estiver levemente desnivelado. Essa situação pode mudar se a temperatura variar mais de dez ou quinze graus, após longos períodos de transporte ou se o instrumento for submetido a vibrações fortes. Nesses casos, é recomendável verificar a linha de visada, principalmente se forem usados mais de um alvo.

1. Em um terreno plano, instale duas miras distantes no máximo 30 metros entre si.
2. Instale o instrumento em um local equidistante das duas miras (é suficiente medir essa distância em passos).

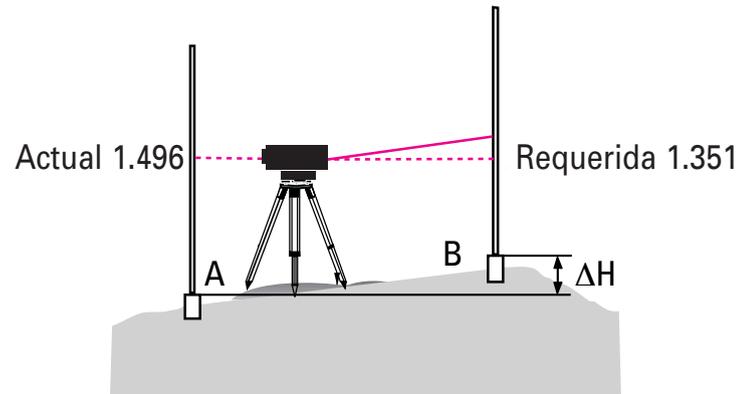
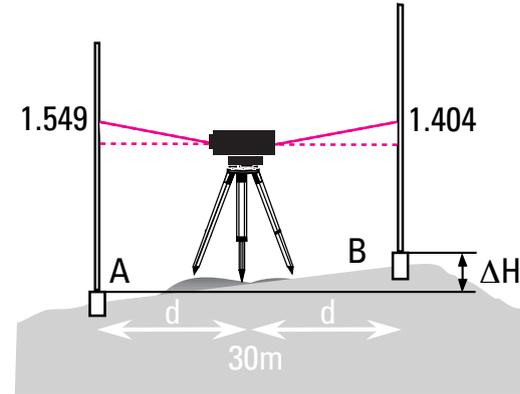
3. Realize uma leitura em ambas as miras e calcule a diferença de cota (ilustração superior).

$$\begin{array}{l} \text{Leitura da mira } A = 1.549 \\ \text{Leitura da mira } B = 1.404 \\ \Delta H = A - B = 0.145 \end{array}$$

4. Instale o instrumento a aproximadamente um metro da mira A e faça a leitura (ilustração inferior).

5. Calcule a leitura esperada para a mira B:  
Leitura da mira A = 1.496  
-  $\Delta H$  = - 0.145  
Leitura calculada para a mira B = 1.351

6. Faça a leitura da mira B. Se ela diferir mais de 3 mm da leitura calculada, ajuste a linha de visada (consulte o manual de instruções).



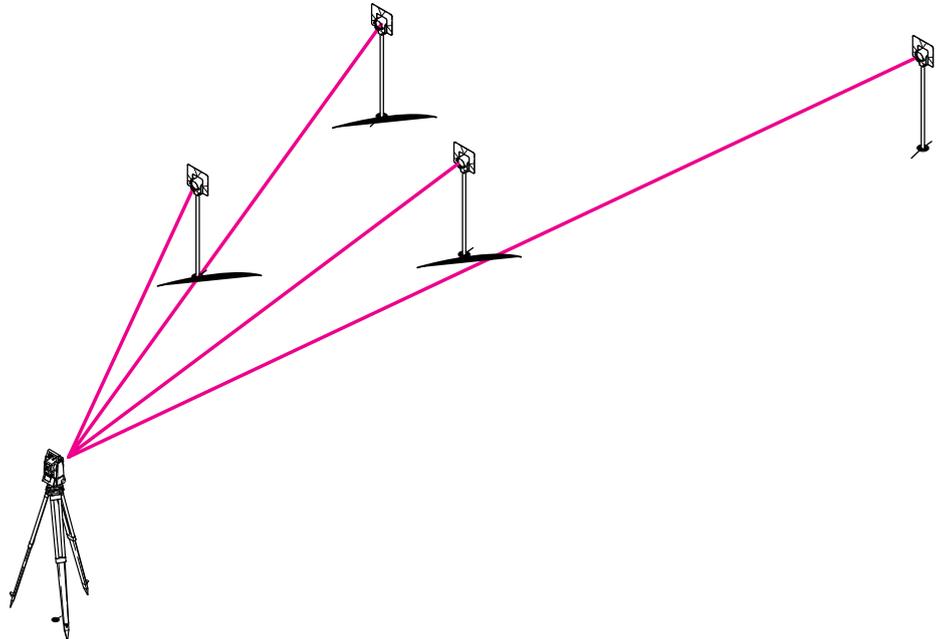
### Verificando o EDM da Estação Total

Estabeleça permanentemente quatro pontos cujas distâncias até o ponto da estação (também permanente) pertençam ao intervalo típico de medição do usuário (ex.: entre 20 m e 200 m).

Utilizando um distanciômetro novo ou um distanciômetro calibrado em uma linha de base padrão, meça três vezes cada distância. A média dos valores para cada distância, corrigida devido as influências atmosféricas (consulte o manual do usuário) pode ser considerada como sendo o valor desejado de cada distância.

Utilize esses pontos para fazer ao menos quatro medições por ano para cada instrumento que o usuário possui.

O distanciômetro estará em ordem desde que não existam erros sistemáticos em excesso na imprecisão esperada para a medição.



## Erros instrumentais da Estação Total

Teoricamente, as Estações Totais devem satisfazer as seguintes exigências:

- O eixo de visada ZZ deve ser perpendicular ao eixo secundário KK
- O eixo secundário KK deve ser perpendicular ao eixo principal VV
- O eixo principal VV deve estar exatamente na perpendicular
- A leitura do círculo vertical deve ser exatamente igual a zero no zênite

Quando essas exigências não são atendidas, os seguintes termos são usados para descrever cada erro:

- Erro de colimação ou erro de visada c (para a não perpendicularidade entre o eixo de visada e o eixo secundário)
- Erro de horizontalidade a (para a não perpendicularidade entre o eixo secundário e o eixo

- principal)
- Erro de verticalidade (para o ângulo entre a linha de prumo e o eixo principal)

Os efeitos desses três erros nas medições dos ângulos horizontais aumentam com a diferença de cota entre os pontos visados.

Realizando-se medições nas duas faces da luneta, são eliminados os erros de colimação e de horizontalidade. O erro de colimação (e para as Estações Totais com precisão elevada, também o erro de horizontalidade, que é geralmente muito pequeno) pode ser determinado e armazenado. Esses erros são então considerados automaticamente sempre que um ângulo é medido, possibilitando a realização de medições praticamente livres de erros, mesmo usando-se

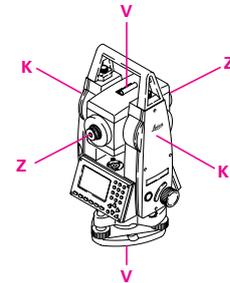
apenas uma face da luneta. A determinação desses erros e a sua armazenagem encontram-se descritos detalhadamente no manual do usuário. O erro de verticalidade não é considerado um erro do instrumento. Ele ocorre quando o instrumento não é nivelado corretamente. A realização de medições em ambas as faces da luneta não o elimina. A sua influência na medição dos ângulos horizontal e vertical é automaticamente corrigida através do compensador nos dois eixos.

- Erro de índice vertical i (para o ângulo entre a direção zenital e a leitura zero do círculo vertical, ou seja, a leitura do círculo vertical para uma visada horizontal não é igual a  $90^\circ$  ou  $100$  grados, mas  $90^\circ + i$ ).

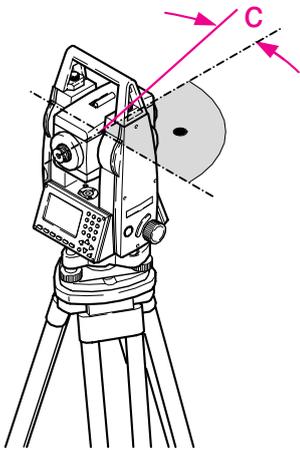
O erro de índice vertical é eliminado realizando-se medi-

ções para ambas as faces da luneta e calculando-se a média dos valores medidos. Ele também pode ser determinado e armazenado no instrumento.

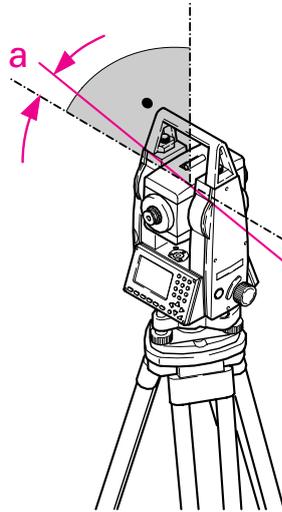
**Nota:** Os erros instrumentais variam com a temperatura, após longos períodos de transporte e em consequência de vibrações. Se o usuário desejar medir com apenas uma face da luneta, deve antes de iniciar as medições determinar os erros do instrumento e armazená-los.



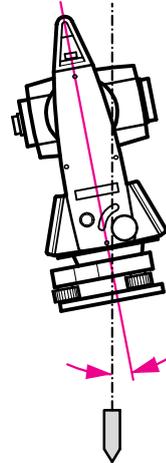
## Erros instrumentais



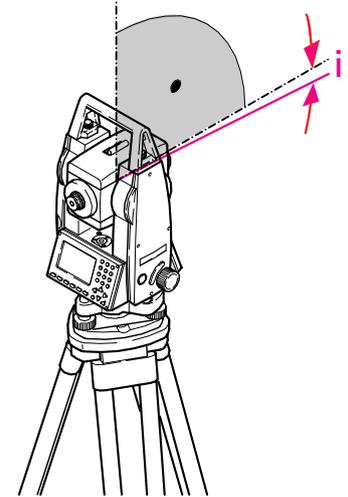
Erro de colimação (c)  
(colimação Hz)



Erro de  
horizontalidade (a)



Erro de verticalidade



Erro de índice vertical (i)  
(índice V)



## Medindo declividades

Se for necessário determinar ou locar as declividades em %, como por exemplo para as redes de água e esgoto ou nas fundações, é possível utilizar dois métodos diferentes.

### 1. Com um Nível

Meça a diferença de cota e a distância (utilizando os fios estadimétricos da mira ou uma trena).

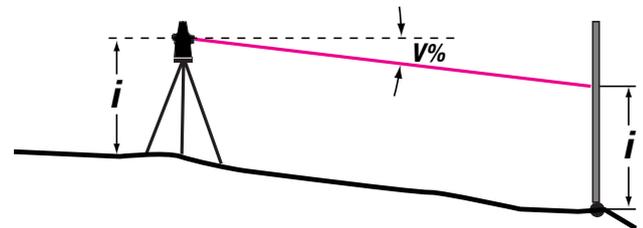
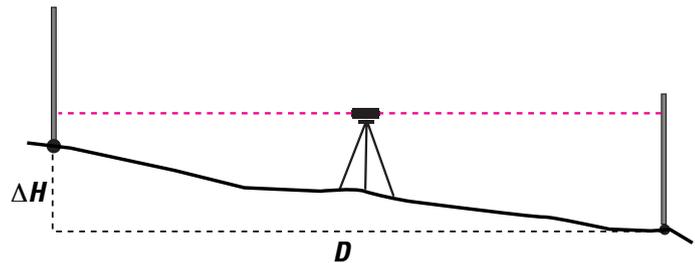
Calcule a declividade da seguinte maneira:  $100 \frac{DH}{D} = \text{declividade em \%}$

### 2. Com um Teodolito ou uma Estação Total

Instale o instrumento em um ponto pertencente a linha de visada para a qual deseja-se obter a declividade. Posicione a mira em um segundo ponto pertencente a

mesma linha de visada. Com a luneta, vise a mira colocando o retículo no valor correspondente a altura  $i$  do instrumento. A leitura do círculo vertical com o ângulo zenital em grau ou grado pode ser alterada para % (consulte o manual do usuário), de modo que a declividade seja lida diretamente em %. A distância não é importante.

É possível utilizar um bastão com um prisma ao invés de uma mira. Estenda o bastão do prisma até atingir a altura  $i$  do instrumento e com a luneta, mire o centro do prisma.



## Medindo ângulos retos

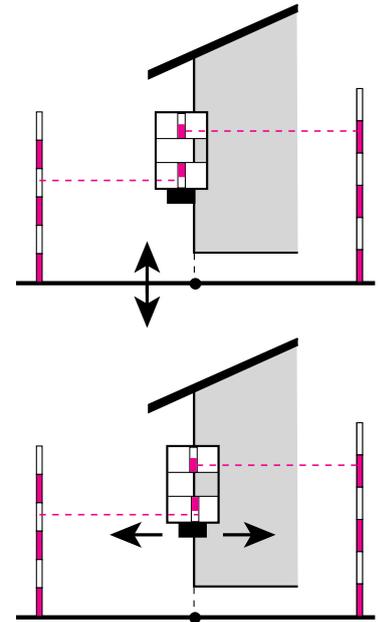
O modo mais preciso para estabelecer um ângulo reto é através do uso de um Teodolito ou de uma Estação Total. Posicione o instrumento em um ponto ao longo da linha de visada a partir da qual deseja-se obter o ângulo reto. Vise o ponto da extremidade da linha de visada e zere o círculo horizontal (consulte o manual do usuário). Gire a Estação Total até que a leitura do círculo horizontal seja igual a  $90^\circ$  (100 graus).

Nos casos em que se deseja estabelecer ângulos retos com pouca precisão, como por exemplo para a determinação de alinhamentos de residências pequenas ou para o estabelecimento de seções transversais ou perfis longitudinais, pode-se utilizar o círculo horizontal de um Nível. Instale o Nível

sobre um ponto apropriado do alinhamento com o auxílio do fio de prumo do instrumento. Em seguida, gire o círculo horizontal manualmente até o zero coincidir com o alinhamento. Finalmente, gire o Nível até obter a leitura  $90^\circ$  (100 graus).

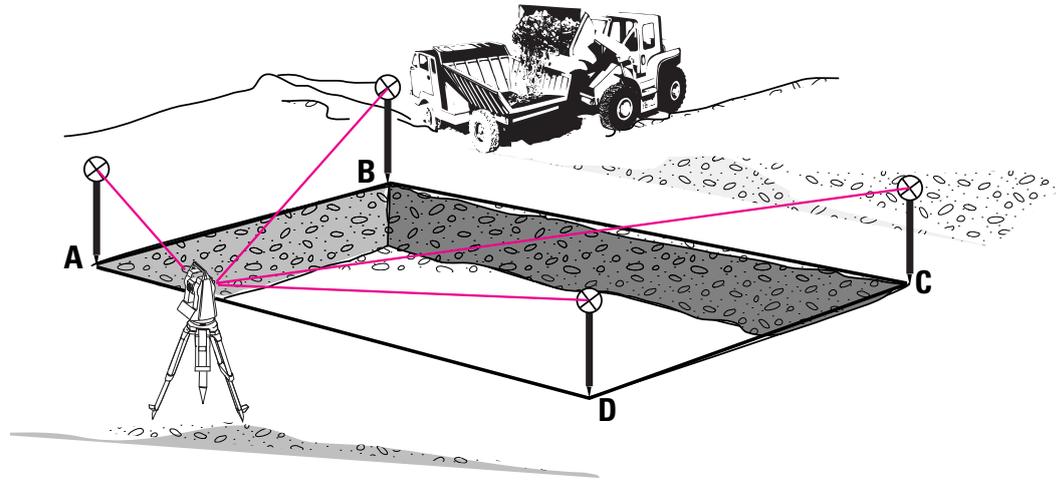
Um prisma  $90^\circ$  é a melhor solução para a determinação da perpendicular de um ponto em relação a um alinhamento ou vice-versa e para a determinação dos ângulos retos de um ponto próximo. O raio de luz oriundo de um ponto no objeto é desviado de  $90^\circ$  por um prisma pentagonal, de modo a atingir o observador. O prisma  $90^\circ$  é constituído por dois prismas pentagonais superpostos, com seus campos de visão voltados

para a direita e para a esquerda, respectivamente. Entre os dois prismas tem-se uma visão clara do ponto objeto. O usuário, como observador, pode se posicionar na linha de visada (definida através de duas miras posicionadas nos extremos do alinhamento) e mover-se perpendicularmente a ela até que as imagens das duas miras se sobreponham. Em seguida, ele deve se mover ao longo da linha de visada, até que o ponto objeto coincida com a imagem das duas miras.



### Cálculo de áreas

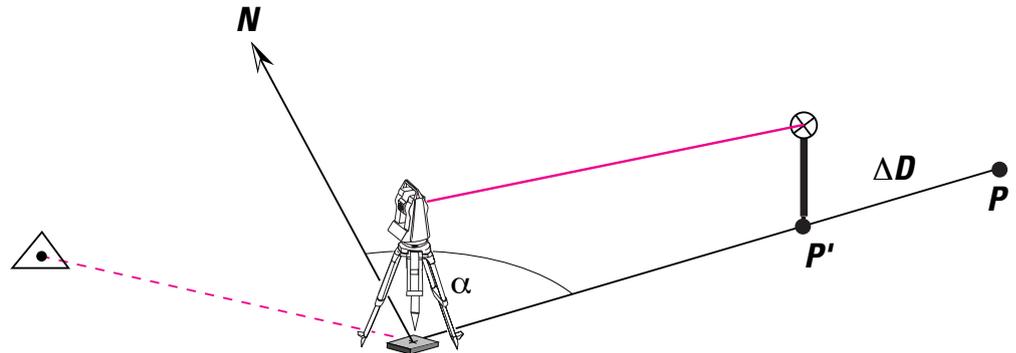
1. Instale a Estação Total em um ponto no terreno de modo a visualizar toda a área a ser levantada. Não é necessário orientar o ângulo horizontal.
2. Determine os pontos limites da área seqüencialmente, na direção horária. É necessário que as distâncias sejam sempre medidas.
3. Em seguida, pressione o botão adequado para que a área seja calculada automaticamente e o resultado visualizado na tela.



## Locação

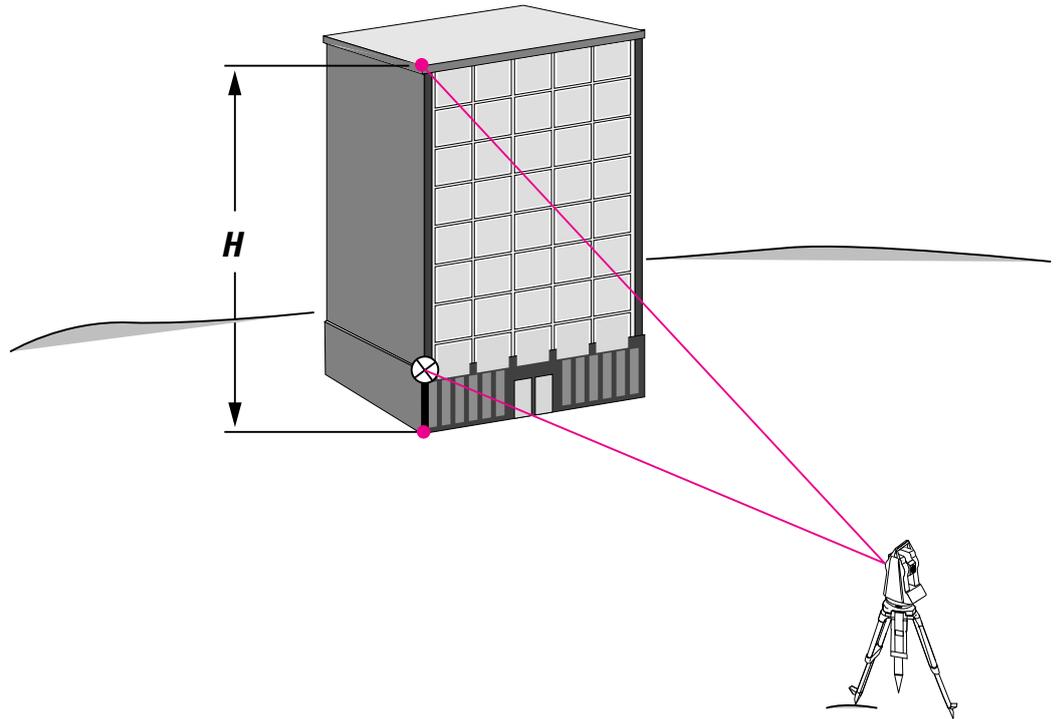
1. Instale o instrumento em um ponto conhecido e oriente o círculo horizontal (consulte o tópico sobre a instalação do equipamento, no manual do usuário).
2. Forneça as coordenadas do ponto a ser locado. O programa calcula automaticamente a direção e a distância (são necessários esses dois parâmetros para a locação).
3. Gire a Estação Total até zerar o círculo horizontal.
4. Posicione o prisma em um ponto (ponto P').
5. Meça a distância. A diferença de distância  $\Delta D$  para o ponto P é exibida automaticamente.

As coordenadas dos pontos a serem locados podem ser transferidas previamente para a Estação, através de um computador. Nesse caso, durante a locação em campo, é necessário fornecer apenas os números dos pontos a serem locados.



### Altura remota

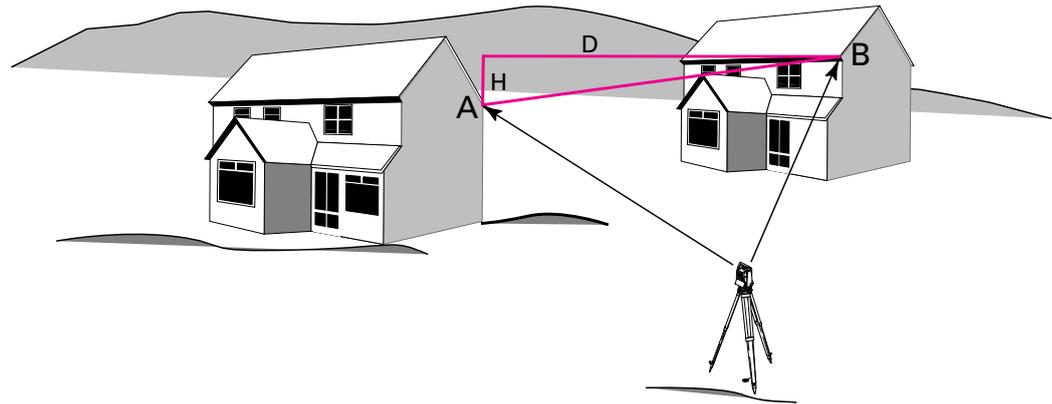
1. Instale o prisma verticalmente embaixo do ponto cuja altura se deseja determinar. O equipamento pode ser instalado em qualquer ponto.
2. Meça a distância até o prisma.
3. Vise o ponto cuja altura deseja determinar.
4. A diferença de altura  $H$  entre o ponto no solo e o ponto elevado pode ser calculada e visualizada pressionando-se o botão adequado.



## Distância entre pontos

Este programa determina a distância e a diferença de cota entre dois pontos.

1. Instale a Estação Total em um ponto qualquer.
2. Meça a distância até ambos os pontos A e B.
3. A distância D e a diferença de cota H entre os pontos A e B podem ser visualizadas pressionando-se o botão adequado.



## Estação livre

Este programa calcula a posição e a cota do instrumento, a partir da medição de pelo menos dois pontos com coordenadas conhecidas.

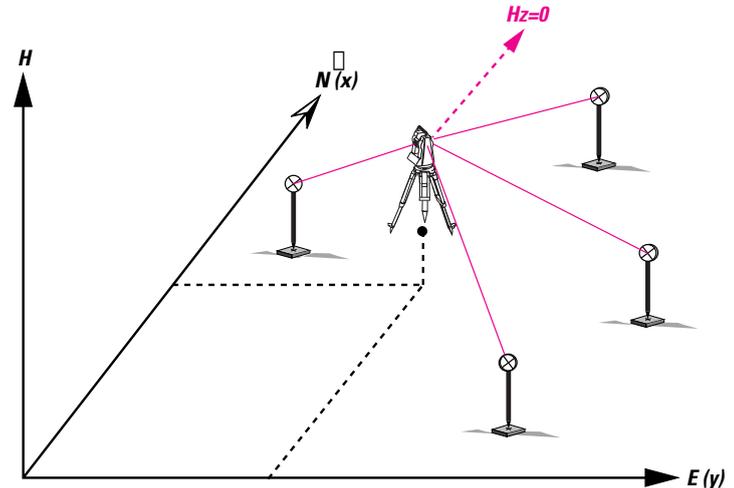
As coordenadas dos pontos visados podem ser fornecidas manualmente ou podem ser armazenadas previamente no instrumento.

O aplicativo para Estação Livre tem a grande vantagem do usuário poder escolher a estação mais apropriada para instalar o instrumento, principalmente em projetos grandes que envolvam levantamento e locação de pontos. Ele não é mais obrigado a instalar o equipamento em pontos conhecidos, cuja posição seja desfavorável a execução do trabalho.

As opções para medição e os procedimentos de medição estão descritos em detalhe no manual do usuário.

### Nota:

Ao realizar levantamentos que envolvam a determinação ou locação de cotas, lembre-se sempre de considerar a altura do instrumento e do prisma.



## ***Programas aplicativos disponíveis nos instrumentos da Leica Geosystems***

Gravação de pontos  
Orientação e transferência de cota  
Interseção a ré  
Distância entre pontos  
Locação  
Altura remota  
Estação livre  
Linha de referência  
Pontos ocultos  
Cálculo de área  
Média angular  
Poligonal  
Interseção a ré local  
COGO (cálculos)  
Gravação automática  
Varredura de superfícies  
Modelo digital de terreno  
Offset



### Levantamento com GPS

O GPS utiliza sinais transmitidos por satélites com trajetórias conhecidas, de maneira que é possível determinar a posição de pontos sobre a superfície terrestre a qualquer momento e independentemente das condições atmosféricas. A precisão da posição depende do tipo de receptor GPS utilizado e das técnicas de observação e pós-processamento utilizados.

Comparado com o uso de uma Estação Total, o levantamento com GPS oferece a vantagem da não necessidade de visibilidade entre os pontos a serem medidos. Atualmente, uma vez que o céu esteja livre de obstruções (árvores, edificações, etc.) e os sinais dos satélites sejam recebidos de maneira

adequada, é possível empregar o GPS em vários levantamentos até então possíveis apenas através do uso de uma Estação Total.

O novo GPS System 500 da Leica possibilita a execução de diversos tipos de levantamento com precisão centimétrica – no tripé, no bastão, em navios, veículos e canteiros de obras – usando-se ambos os métodos estático e cinemático.



As ilustrações, descrições e dados técnicos estão sujeitos a alterações sem aviso prévio. Impresso na Suíça.

Copyright Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Switzerland, 2000  
724149pt – XII.00 – RVA

***Leica***  
**Geosystems**

*Leica Geosystems AG*  
*CH-9435 Heerbrugg*  
*(Switzerland)*  
*Phone +41 71 727 31 31*  
*Fax +41 71 727 46 73*  
[www.leica-geosystems.com](http://www.leica-geosystems.com)