

# TEODOLITOS E NÍVEIS ÓPTICOS - VERIFICAÇÃO E AJUSTES

Prof. Antonio Santana Ferraz  
Prof. Luiz Carlos D'Antonino  
Universidade Federal de Viçosa  
Departamento de Engenharia Civil  
Setor de Engenharia de Agrimensura  
36571-000 - Viçosa - MG  
Fone: (031) 891-2876

## RESUMO

O profissional que trabalha com a Topografia deve ter conhecimento das principais técnicas empregadas na comprovação de teodolitos e níveis. Com isto poderá ele definir se um determinado instrumento está em condições de ser utilizado antes de iniciar qualquer tipo de trabalho. Tanto os teodolitos quanto os níveis possuem determinadas condições de construção e ajuste que devem ser satisfeitas com o objetivo de que se obtenha medidas com um mínimo de influência dos erros instrumentais. Neste trabalho serão tratadas as principais condições que devem satisfazer estes equipamentos, os procedimentos adotados para verificá-las, bem como a técnica empregada para se efetuar o ajuste no próprio instrumento.

## ABSTRACT

It is supposed that the surveyors have expertise in techniques for the calibration of topographic instruments. Theodolites and spirit levels have some inbuilt conditions which must be attended to minimize instrumental errors. This paper displays these inbuilt conditions and the procedures for calibrating those kind of topographic instruments.

## **1 - FONTES DE ERRO NAS MEDIÇÕES ANGULARES COM TEODOLITO**

Nas operações de medição angular, desde a materialização do vértice do ângulo até a leitura do mesmo, uma série de erros podem ocorrer. Dentre as principais fontes que dão origem a erros, destacam-se aquela devida à centralização do instrumento no ponto, o nivelamento do instrumento, a refração atmosférica, a precisão na pontaria e, principalmente, os erros axiais do instrumento.

## **2 - O SISTEMA DE EIXOS DE UM TEODOLITO**

A finalidade principal de um teodolito é a medida de ângulos horizontais e verticais. Indiretamente, pode-se medir distâncias que, relacionadas com os ângulos verticais, possibilita obter tanto a distância horizontal entre dois pontos quanto a diferença de nível entre os mesmos.

Um teodolito é construído de maneira que o seu sistema de eixos obedeçam uma série de condições. Quando uma destas condições não é satisfeita, obviamente os valores angulares obtidos não corresponderão à realidade. O sistema de eixos de um teodolito é mostrado na figura que se segue.

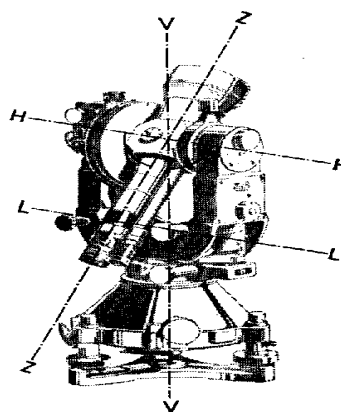


Fig. 1 - Sistema de eixos de um Teodolito

Os eixos representados na Fig. 1 são os seguintes:

- eixo **VV**: é o eixo principal (também chamado de eixo vertical, primário ou de rotação da alidade);
- eixo **HH**: é o eixo secundário (também chamado de eixo horizontal, transverso ou de rotação da luneta);
- eixo **ZZ**: é o eixo óptico da luneta (também conhecido como eixo de pontaria, linha de visada ou linha de colimação);
- eixo **LL**: é o eixo do nível da alidade. Corresponde à reta tangente ao ponto central do tubo do nível.

Num instrumento retificado as seguintes condições são satisfeitas:

- o eixo principal VV deve ser perpendicular ao eixo do nível da alidade LL ( $VV \perp LL$ ) e passar pelo centro do limbo horizontal do instrumento;
- o eixo secundário HH deve ser perpendicular ao eixo principal VV ( $HH \perp VV$ );
- a linha de visada ZZ deve ser perpendicular ao eixo secundário HH ( $ZZ \perp HH$ ) e deve interceptar o eixo principal VV ou coincidir com o mesmo na posição vertical da luneta;
- Nos instrumentos que possuem um nível solidário ao círculo vertical o eixo deste nível deve ser paralelo à linha de visada ZZ quando a luneta estiver na horizontal.

### 3 - ELEMENTOS BÁSICOS COMPONENTES DOS TEODOLITOS ÓPTICOS

#### 3.1 - Níveis de bolha:

Basicamente existem dois tipos de níveis de bolha que são utilizados nos teodolitos e níveis ópticos: os tubulares ou cilíndricos (que proporcionam horizontalização mais precisa) e os esféricos (para horizontalização aproximada).

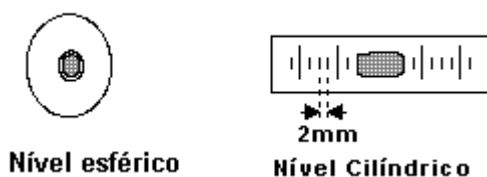


Fig. 2 - Tipos de níveis de bolha

Os níveis de bolha tem a finalidade de determinar a horizontalidade de um plano ou de uma reta na qual ele está em repouso. Se há um mecanismo que possibilite o giro do nível em torno de um eixo, serve ele também para determinar a verticalidade deste eixo. Os níveis são constituídos de um recipiente de vidro devidamente arqueado e vedado, em cujo interior se acha um líquido, o qual deve ser de difícil congelamento, baixa densidade (ação rápida) e não deve atacar as paredes de vidro do nível. Deve ainda ser relativamente estável em volume para variações normais de temperatura. Como o líquido não enche completamente o recipiente forma-se no interior do mesmo uma **bolha** de ar, daí a denominação deste complemento. Vale ressaltar que o tamanho da bolha interfere na velocidade de seu deslocamento dentro do tubo de nível, sendo as bolhas pequenas deslocam-se mais lentamente que as maiores. Como o comprimento da bolha se altera com a temperatura, recomenda-se que, durante os trabalhos, o nível esteja protegido da luz solar direta ou de outra fonte de calor. A sensibilidade de um nível é normalmente dada na forma de  $\alpha/2\text{mm}$ , ou seja, um deslocamento de 2mm da bolha no interior do recipiente corresponderá a um ângulo de inclinação  $\alpha$  do eixo do nível em relação ao horizonte. A sensibilidade dos níveis cilíndricos varia de segundos ( $20''/2\text{mm}$ ) a minutos ( $160''/2\text{mm}$ ). Se um nível da alidade de um teodolito tem sensibilidade de  $30''/2\text{mm}$  isto significa que, estando a sua bolha deslocada de 2mm em relação ao centro do tubo, estará o eixo principal do instrumento inclinado de um ângulo de  $30''$  em relação à vertical do ponto onde está instalado o instrumento.

#### 3.2 - Limbos:

O limbo ou círculo é a parte específica do teodolito onde são efetuadas as gravações das divisões angulares. Desta forma o teodolito possui dois limbos: o vertical e o horizontal.

Nos aparelhos de leitura externa os limbos são geralmente confeccionados em alumínio, latão ou uma combinação de outros materiais, normalmente anti-magnéticos. Nestes tipos de limbo as gravações das divisões angulares são efetuadas diretamente no material, geralmente em baixo relevo. Estas divisões angulares são geralmente de  $30'$  ou de  $20'$ . Para obtenção de leituras de valores inferiores a estas graduações utiliza-se de um acessório adaptado ao limbo conhecido como **vernier** ou **nônio**. Já nos aparelhos de leitura interna os limbos são de cristal e a gravação das divisões angulares são efetuadas

por processos químicos, foto-químicos ou foto-incisão.

Os limbos (horizontal e vertical) são presos a uma armação metálica que gira em torno do eixo respectivo, através de 4 ou mais parafusos que são também utilizados para fazer a coincidência do centro geométrico do eixo de rotação com o eixo do limbo.

### 3.3 - Lunetas:

As lunetas utilizadas nos teodolitos e níveis são, geralmente, constituídas basicamente de um tubo e três sistemas de lentes: a **objetiva** que deve ter grande distância focal e um diâmetro maior para convergir o máximo de luz: a **ocular**, de distância focal menor que serve como uma lupa, aumentando as dimensões da imagem fornecida pela objetiva. Entre estes dois sistemas encontra-se um conjunto móvel contendo a lente analisadora, responsável pela **focalização** da imagem. Entre o sistema de focalização e a ocular ficam situados os **fios do retículo** que podem ser filamentos de platina ou gravados diretamente sobre um vidro neutro. A ocular serve também para ampliar estes fios.

As lentes da luneta são geralmente tratadas com uma substância anti-reflectante, fazendo diminuir as perdas, por **reflexão**, da luz incidente na objetiva e, conseqüentemente aumentando a luminosidade da imagem, vantagem considerável quando se trabalha com pouca luz.

Além da reflexão, outros fatores também contribuem para a perda de luminosidade, como por exemplo a **difusão** (provocada pelo pó, vapor d'água, resíduos de graxas, etc. depositado na superfície das lentes) e mesmo a **absorção** da luz pelo próprio material da lente. As lentes estão ainda sujeitas às aberrações cromáticas e geométricas tais como: aberração esférica, astigmatismo marginal e distorção. Para evitar estas aberrações são introduzidas lentes constituídas de índice de refração diferentes e colocadas prismaticamente opostas eliminando-se os raios periféricos para que se utilize mais a parte central das lentes, próxima ao eixo óptico.

### 3.4 - Sistema de eixo da alidade:

Os teodolitos podem ser **repetidores** ou **reiteradores**. Nos repetidores a alidade gira em torno de dois eixos independentes, sendo um dentro do outro (eixo duplo) de modo a permitir que se consiga visar uma determinada direção com uma leitura horizontal qualquer. Com os teodolitos repetidores podemos, por exemplo, introduzir uma leitura de 0° e visar qualquer direção com esta leitura registrada. Já nos reiteradores o eixo é

único e, quando gira-se a alidade o ângulo horizontal sempre se modifica. Entretanto, possuem os teodolitos reiteradores um mecanismo que possibilita alterar o valor do ângulo horizontal registrado sem que se altere a direção visada. Este mecanismo é conhecido como **parafuso reiterador**.

Os eixos dos teodolitos podem ser cônicos (geralmente de latão) ou cilíndricos (geralmente de aço inoxidável).

## 4 - VERIFICAÇÕES E RETIFICAÇÕES GERAIS NOS TEODOLITOS ÓPTICOS

### 4.1 - Considerações Gerais:

Os instrumentos utilizados em Topografia e Geodésia são construídos de maneira a proporcionar, com a máxima precisão possível, valores dos ângulos horizontais e verticais. Quando manuseados adequadamente, estes instrumentos conservam suas características originais por muito tempo. Mesmo assim, como qualquer outro instrumento de precisão, há a necessidade de se proceder periodicamente a verificação das condições que o equipamento deve atender e, quando estas condições não forem suficientes para proporcionar uma precisão adequada ao trabalho que se está conduzindo, deve o instrumento ser submetido a uma retificação.

A maior parte destas verificações são efetuadas com procedimentos de fácil entendimento para operadores familiarizados com o teodolito. Entretanto, para proceder as retificações quando necessárias, exige-se uma certa habilidade manual no trato com ferramentas e peças de precisão.

### 4.2 - Verificação do nível (ou níveis) da alidade:

Normalmente os teodolitos possuem 1 ou 2 níveis solidários à alidade. Quando um nível gira em torno de um eixo e a bolha do mesmo permanece centrada, isto confirma a perpendicularidade do eixo de rotação em relação à diretriz do eixo do nível dentro dos limites da sensibilidade do mesmo, ou seja  $VV \perp LL$ . Entretanto, se ocorre deslocamento da bolha para diferentes posições do nível em torno do eixo a retificação do nível torna-se necessária. Desta forma, a verificação é assim conduzida:

- Fixa-se o instrumento sobre o tripé (ou numa base apropriada situada de preferência sobre um pilar) e procede-se a operação de calagem da bolha do nível da alidade com o máximo rigor possível;

- posteriormente gira-se a alidade de 180° e observa-se a bolha. Se esta permanecer centrada a

condição de perpendicularidade entre a diretriz do eixo do nível (LL) e o eixo vertical do instrumento (VV) está satisfeita, não necessitando portanto de retificação.

Entretanto, constatada a necessidade de retificação o procedimento é o seguinte:

- coloque a diretriz do eixo do nível a ser retificado mais ou menos na direção de dois parafusos calantes e centre a bolha com rigor;

- gire a alidade de  $180^\circ$ , prenda o movimento da alidade e deixe a bolha se estabilizar e observe a magnitude do deslocamento da bolha em relação ao centro da graduação existente no tubo do nível;

- mantendo a alidade efetue a correção do deslocamento da bolha, fazendo com que ela volte ao centro do tubo. Esta correção é efetuada em duas etapas: metade do deslocamento deve ser introduzida atuando nos parafusos de ajuste existente no próprio nível e a outra metade num dos dois parafusos calantes que ainda continuam paralelos à diretriz do eixo do nível.

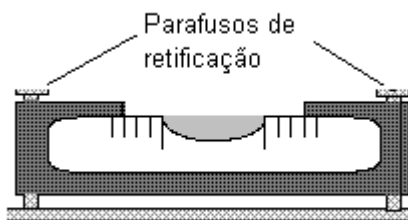


Fig. 3 - Parafusos de retificação de um nível cilíndrico

#### 4.3 - Verificação da linha de colimação

O cruzamento dos fios do retículo deve coincidir com o eixo óptico do sistema de lentes da luneta. Quando isto não ocorre diz-se que o instrumento está com erro na linha de visada (ou linha de colimação)

Dentre alguns procedimentos adotados para conduzir esta verificação apresenta-se o seguinte:

- Com o instrumento instalado num ponto qualquer e a bolha do nível da alidade centrada vise-se uma graduação qualquer de uma régua comum de desenho fixada horizontalmente numa parede efetuando-se em seguida a leitura no limbo horizontal do instrumento (por exemplo  $250^\circ 12' 20''$ );

- solta-se agora o limbo horizontal e gira-se o instrumento em torno de seu eixo vertical até que se obtenha uma leitura diferente de exatos  $180^\circ$  da primeira (no caso  $70^\circ 12' 20''$ ), bascula-se a luneta e observa-se a escala da régua horizontal;

- se o fio vertical do retículo coincidir com a mesma graduação referente à primeira leitura horizontal o instrumento estará isento do erro na linha de visada. Caso contrário a condição de perpendicularidade entre os eixos de rotação da luneta e a linha de visada não está satisfeita.

Constatada a necessidade de retificação o procedimento é o seguinte:

- calcule o ponto médio entre as duas graduações observadas na régua horizontal;

- atue nos parafusos de correção dos fios do retículo movimentando-os horizontalmente até que atinja o referido ponto médio na régua.

- repita o procedimento para confirmar a retificação.

NOTA: esta correção é introduzida em etapas (no caso de retículos com 2 parafusos de correção vai se afrouxando ligeiramente um deles e apertando o outro) até colimar o fio vertical do retículo com o ponto médio da régua. Deve-se evitar ainda que o fio vertical fique oblíquo, fato que deve ser observado à medida que se vai introduzindo as correções.

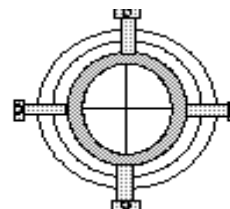


Fig. 4 - Parafusos de retificação dos retículos

#### 4.4 - Verificação do índice de contagem dos ângulos verticais

Existe no mercado instrumentos que fornecem 3 tipos de ângulos verticais: o ângulo **zenital** (com origem no zênite) o ângulo **nadiral** (com origem no nadir) e o ângulo **de inclinação** (com origem no horizonte). Nos instrumentos que fornecem ângulos zenitais, o zênite instrumental deve coincidir com o zênite verdadeiro do ponto topográfico, ou seja, o círculo vertical deverá estar registrando  $0^\circ$  quando a luneta estiver apontada para o zênite (no caso de ângulos nadirais o círculo vertical deverá registrar  $0^\circ$  quando a luneta estiver apontada para o nadir). Nos teodolitos que fornecem ângulos de inclinação, o limbo vertical deve registrar

0° quando a luneta estiver na horizontal e em posição direta. Para que estas condições sejam atendidas os teodolitos são dotados basicamente de dois dispositivos: os **compensadores** (neste caso os instrumentos são ditos de colimação automática) e os **níveis cilíndricos**, comuns ou de bolha bipartida, onde torna-se necessário que se faça a colimação manual antes da leitura do ângulo vertical.

Os procedimentos a serem conduzidos para as verificações variam com o tipo de ângulo vertical fornecido pelo instrumento e com o sistema utilizado para a colimação.

Nos instrumentos com graduação zenital um procedimento adotado para a verificação do índice de leituras é o seguinte:

- com a luneta do instrumento em posição direta visa-se um ponto fixo, bem definido e distante o suficiente para proporcionar uma pontaria precisa (a imagem do ponto visado deve coincidir com o cruzamento dos fios do retículo do instrumento ou simplesmente ser ocultada pelo fio horizontal);

- após concluída a pontaria efetua-se a leitura do ângulo zenital correspondente, lembrando que, caso o instrumento seja de colimação manual, deve proceder a centragem da bolha do nível do índice do círculo vertical;

- em seguida, inverte-se a luneta, visa-se o mesmo ponto (se for o caso centra-se novamente a bolha do nível do índice do círculo vertical) e efetua-se a leitura do ângulo vertical.

- a soma das duas leituras conjugadas deve ser igual a 360°. Caso isto não ocorra, a diferença em relação a 360° corresponde ao dobro do deslocamento do zênite do instrumento em relação ao zênite verdadeiro, deslocamento este conhecido como **erro de zênite instrumental (Zo)**.

**NOTA:** é possível que mesmo sendo o instrumento novo ele apresente um pequeno erro de zênite instrumental. Entretanto, qualquer que seja a magnitude deste erro ele é eliminado quando se obtém o valor do ângulo vertical a ser utilizado nos cálculos à partir das duas leituras oriundas das visadas conjugadas, conforme consta da norma NBR 13133/94 que fixa as condições exigíveis para a execução de levantamento topográfico.

No caso de se proceder a retificação o procedimento a ser adotado é o seguinte:

#### a) Instrumentos de colimação manual:

- como exemplo, considere-se que à partir das visadas conjugadas obteve-se as seguintes leituras: PD = 86° 40' 20" e PI = 273° 21' 10" ;

- A soma PD + PI = 360° 01' 30" e o erro de zênite instrumental (Zo) = 01' 30" / 2 = 45" ;

- neste instrumento todos os ângulos verticais estão majorados de 45", uma vez que PD+PI > 360°. Desta forma, a leitura correta em PD será de 86° 39' 35" em PI de 273° 20' 25";

- conservando a visada ainda no ponto fixo utilizado para a determinação do Zo introduza no limbo vertical o valor da leitura correta relativa à posição em que a luneta do instrumento se encontra no momento (PD ou PI) **utilizando-se para isto do parafuso tangencial do nível**. Com isto a bolha do nível não ficará mais centrada;

- centre finalmente a bolha **atuando nos parafusos de correção do nível**;

- repita o procedimento para confirmar a retificação.

#### b) Instrumentos de colimação automática:

- o procedimento é similar ao caso anterior diferindo apenas na maneira adotada para inserir no limbo vertical a leitura correta relativa à posição da luneta no momento da retificação.

Em alguns instrumentos de colimação automática existe um parafuso de correção, que movimenta o sistema ótico de leitura dos ângulos verticais. Neste caso, a leitura correta é introduzida atuando neste parafuso.

Quando isto não é possível introduz-se a leitura vertical atuando no parafuso tangencial do limbo vertical. Conseqüentemente o cruzamento dos retículos sairá do ponto utilizado para a determinação do erro de zênite. Resta então reestabelecer a coincidência movimentando os retículos do instrumento, atuando nos parafusos de ajuste vertical dos mesmos.

#### 4.5 - Verificação do prumo ótico:

O prumo ótico é um dispositivo que, se perfeitamente retificado, possibilita a centralização do instrumento sobre o ponto topográfico com uma precisão superior tanto ao fio de prumo quanto ao prumo de bastão, além de não sofrer influências de condições desfavoráveis que possam estar ocorrendo no momento da centralização, como os ventos, por exemplo. Deve-se entretanto tomar bastante cautela com este acessório, examinando-o periodicamente para que sua eficiência seja aproveitada em benefício da precisão do levantamento topográfico. A verificação é assim efetuada:

- fixado o instrumento sobre o tripé observa-se na ocular do prumo ótico a posição dos retículos do mesmo (geralmente um círculo ou uma cruz) em

relação a uma marca no solo (um ponto sobre um piquete por exemplo);

- atuando nos parafusos calantes faça a coincidência dos retículos do prumo ótico com o ponto no solo (não há necessidade de nivelar o instrumento);

- gira-se inicialmente a alidade de  $180^\circ$  e verifica-se pela ocular do prumo ótico a posição do ponto utilizado como referencial continua coincidindo com os fios do retículo. Faça a observação também para outras posições da alidade. O ponto deve permanecer coincidente com o cruzamento dos retículos. Se houver deslocamento, a retificação torna-se necessária e consiste em levar os retículos do sistema a colimar exatamente sobre o vértice tomado como referência. Esta retificação é efetuada em duas etapas, a saber:

- **metade** do deslocamento é corrigida nos parafusos de ajustagem do prumo ótico, cuja localização varia com a marca e modelo do instrumento. Acessando estes parafusos leva-se o retículo na direção do ponto até a metade do deslocamento total. Em alguns teodolitos o prumo ótico possui três parafusos de regulagem e que são também responsáveis pela estabilidade do conjunto. Neste caso, deve-se atuar em dois parafusos simultaneamente, apertando um e afrouxando o outro e, ao concluir a correção, deve-se verificar o aperto de todos eles;

- a outra metade, ou seja, a centralização exata do ponto dentro dos retículos do prumo ótico é conseguida através dos parafusos calantes;

- como toda operação de retificação, o procedimento deve ser repetido até a constatação da exatidão do prumo ótico.

#### 4.6 - Verificação no eixo de rotação da luneta:

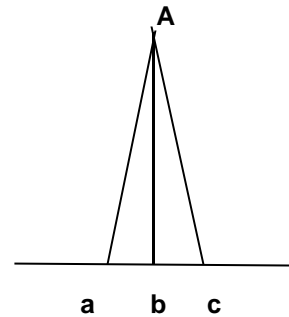
O eixo de rotação da luneta (HH) deve ser perpendicular ao eixo principal (VV) do instrumento. É uma condição obtida durante a fabricação e montagem do instrumento. Entretanto, com o desgaste e uma possível queda do aparelho a perpendicularidade exigida pode não mais ocorrer. Esta não perpendicularidade faz com que a linha de colimação descreva um plano oblíquo ao plano horizontal quando se gira a luneta em torno de seu eixo.

Um procedimento adotado neste caso é o seguinte:

- com o instrumento perfeitamente nivelado visa-se em PD um ponto elevado **A** que deve estar a uma distância tal que permita uma pontaria precisa. Em seguida, abaixa-se a luneta em direção ao solo assinalando aí a projeção do cruzamento dos fios

do retículo, obtendo algo como representado na figura 4.

- inverte-se a luneta, torna-se a visar o ponto **A**, rebaixa-se novamente a mesma em direção ao solo. Se encontrar o mesmo ponto da posição direta (por exemplo: em PD o rebaixamento da visada deu-se no ponto **b**, o mesmo tendo ocorrido em PI) é indicação de que não há erro de perpendicularidade entre os eixos VV e HH.



**Fig. 5 - Verificação da perpendicularidade do eixo de rotação da luneta em relação ao eixo principal**

Quando o erro está presente, sendo ele axial, pode-se eliminá-lo obtendo as leituras dos ângulos horizontais à partir de visadas conjugadas.

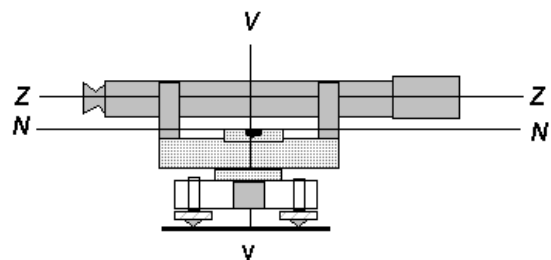
Para a correção deste erro há a necessidade de se alterar a inclinação do eixo de rotação da luneta em relação ao plano horizontal. Esta correção é introduzida nos mancais do referido eixo e deve ser executada por um especialista.

#### 5 - VERIFICAÇÕES E RETIFICAÇÕES GERAIS NOS NÍVEIS ÓPTICOS

Os níveis são bem mais simples que os teodolitos, sendo constituídos basicamente de uma **base geral** onde se situam os **parafusos calantes**, o **nível tubular** ou esférico e a **luneta**.

Em alguns níveis existe um limbo horizontal, sendo neste caso o equipamento conhecido como nível de engenheiro.

A figura 6 representa esquematicamente este equipamento.



**Fig. 6 - Representação esquemática de um nível ótico**

Para que estejam em condições ideais de uso os níveis óticos devem atender basicamente a duas condições:

- O eixo vertical de rotação (VV) deve ser perpendicular à diretriz do nível da base (NN);
- A linha de visada (ZZ) deve ser paralela ao plano horizontal fornecido pelo eixo NN/

A primeira condição estará atendida quando o nível da base estiver retificado, ou seja, centrada a sua bolha deverá ela assim permanecer após qualquer giro do conjunto em torno do eixo vertical (VV). A verificação desta condição e a retificação, quando necessária é conduzida com o mesmo procedimento adotado para os teodolitos.

Para que se atenda a segunda condição, além do nível da base, é adicionado um segundo nível cilíndrico, solidário à luneta, o qual deve ter a bolha centrada antes de se proceder a leitura da mira (níveis de **colimação manual**). Também existem os níveis de **colimação automática** que possuem apenas um nível na base (normalmente esférico) sendo a linha de visada horizontalizada através de um sistema de pêndulo adicionado ao sistema ótico da luneta.

**5.1 - Verificação da horizontalidade da linha de visada**

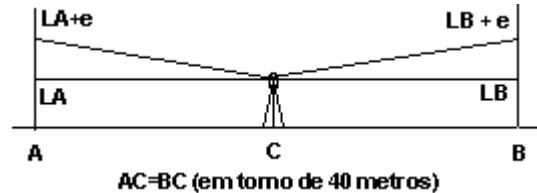
Quando a linha de visada forma um ângulo com a diretriz do eixo do nível da base, ou seja, a linha de visada não é horizontal, diz-se que o nível está com **erro de colimação**. A influência deste erro na leitura de mira está diretamente relacionada com a distância da mira em relação ao observador, como se vê na figura 7.



**Fig. 7 - Erro de colimação**

Para verificação desta horizontalidade deve-se conhecer o desnível correto entre dois pontos A e B, materializados no campo, que servirão como uma **base** de retificação. Pode-se empregar o próprio nível que está sendo verificado para o

estabelecimento da base. Na figura 8, verifica-se que, se centralizarmos um nível **exatamente** no centro do alinhamento AB, mesmo que o instrumento tenha o erro de colimação a diferença de nível obtida terá o valor real, uma vez que, estando o nível exatamente no centro da linha de nivelamento o erro cometido na leitura da mira em A será o mesmo da mira em B.



**Fig. 8 - Eliminação do erro de colimação por técnica de observação**

A diferença de nível será:

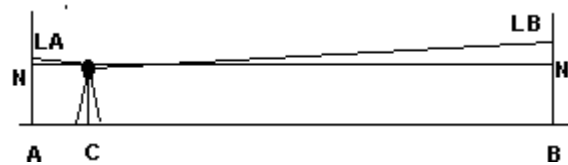
$$Dn_{AB} = (LA + e) - (LB + e)$$

$$Dn_{AB} = LA - LB + e - e \text{ (eliminou-se o erro)}$$

$$Dn_{AB} = LA - LB$$

Conhecida a diferença de nível entre os dois pontos A e B e estando o nível da base retificado, procede-se a verificação da horizontalidade da linha de visada do instrumento conforme mostrado a seguir:

- admitindo dois pontos A e B (figura 9), definidos no terreno com uma diferença de nível conhecida (por exemplo  $Dn_{AB} = + 0,40 \text{ m}$ ), instala-se o nível o mais próximo possível da mira A, o suficiente para proporcionar a focalização da imagem da graduação da mesma para que se possa efetuar a leitura LA;



**Fig. 9 - Verificação do erro de colimação**

- girar a luneta e visar a mira em B e efetuar a leitura LB (como estamos considerando um desnível positivo entre A e B a leitura de mira em B será menor que em A). Neste exemplo, se o resultado  $LA - LB = +0,40 \text{ m} \Rightarrow$  o instrumento não possui erro de colimação. Caso contrário a retificação do instrumento é recomendável.

**5.2 - Retificação da linha de visada:**

Para entender melhor o procedimento de retificação considere o seguinte valor da leitura de mira obtida no ponto A da figura 9:  $LA = 1,52$  m. Como existe um desnível de  $+ 0,40$  m entre A e B a leitura de mira **calculada** para B será:

$$LB = 1,52 - 0,40 = 1,12 \text{ m}$$

Obviamente se o nível não estiver retificado a leitura observada será diferente da calculada.

O procedimento para a retificação depende do tipo do nível ótico.

Caso ele seja de colimação manual, com o instrumento ainda instalado no ponto C (figura 9) e apontado para mira B, atue no parafuso de colimação do nível e vá observando a mira até que o fio horizontal do retículo coincida com a leitura calculada LB. Observe que a bolha do nível de colimação não estará centrada. Resta então retificá-la atuando nos parafusos de ajuste deste nível.

Quando se trata de nível de colimação automática a retificação pode ser conduzida no conjunto que contém a placa gravada com os fios do retículo. Neste caso, retire a capa protetora dos mesmos e, com a luneta apontada para a mira B atue nos parafusos de regulagem até que o fio horizontal do retículo fique exatamente sobre a leitura calculada.

## **6 - CONSERVAÇÃO GERAL, PRECAUÇÕES E RECOMENDAÇÕES**

### **6.1 - No alojamento:**

a) teodolitos e níveis devem ser guardados fora da embalagem;

b) as condições do ambiente devem ser desfavoráveis à proliferação de fungos (evitar locais de pouca iluminação, umidade relativa alta e com pouca movimentação de ar). Alguns fabricantes recomendam o armazenamento em temperaturas próximas de  $25^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa em torno de 50%. Em regiões de umidade relativa alta recomenda-se o uso de desumidificadores que retiram água do ambiente por condensação;

c) evitar ficar muito tempo sem manusear os equipamentos, pois a permanência prolongada numa mesma posição pode provocar danos aos mesmos, como, por exemplo, endurecimento de lubrificantes, fungos localizados e problemas nos níveis de bolha (a bolha de ar permanecendo numa mesma posição por muito tempo pode favorecer o aparecimento de calosidades na parte interna polida dos tubos de nível, devido ao ataque do líquido no

vidro ou mesmo por impurezas existentes no líquido de preenchimento).

### **6.2 - No transporte:**

a) no deslocamento para o campo o instrumento deve estar acondicionado na sua embalagem original;

b) deve-se evitar choques de qualquer natureza com o instrumento. Por isso, no veículo é aconselhável transportá-lo em local seguro e firme.

### **6.3 - No trabalho:**

a) é desaconselhável transportar o instrumento montado no tripé, principalmente em trechos longos e com o instrumento inclinado. É bom lembrar que, nesta situação, grande parte da força para manter o instrumento sobre a plataforma do tripé estará concentrada nas extremidades dos parafusos calantes, sendo que neste caso, o momento ao qual o parafuso está sendo submetido é diferente daquele para o qual foi projetado. Entretanto, em deslocamentos curtos, o transporte manual poderá ser efetuado com o instrumento à frente do corpo, em posição vertical, com a alidade e luneta imobilizadas;

b) evitar tocar a superfície das lentes com os dedos e proteger o instrumento contra a chuva e poeira;

c) mantenha o tripé bem fixo ao solo e, ao colocar o instrumento sobre o mesmo certifique-se se este foi devidamente fixado à plataforma do tripé com o parafuso próprio.