

VERIFICAÇÃO E PROPOSTA DE RETIFICAÇÃO DE APARELHOS TOPOGRÁFICOS

Karen Cristina Resende Oliveira¹
Cássio Resende Jaskoski², Wanderlúbio Barbosa Gentil³, Caroline Duarte Alves Gentil⁴

¹IFG/Jataí/Técnico Integrado Integral em Edificações – PIBIC-EM, karen.cristina.ro@gmail.com

²IFG/Jataí/Técnico Integrado Integral em Edificações – PIBIC-EM, cassio200015@gmail.com

³IFG/Jataí/Departamento de Áreas Acadêmicas, wanderlubio@gmail.com

⁴IFG/Jataí/Departamento de Áreas Acadêmicas, carolgentil13@gmail.com

Resumo

O teodolito é o instrumento utilizado para medir ângulos horizontais e verticais na topografia. Para que as observações angulares sejam corretamente determinadas, certos cuidados devem ser tomados com o instrumento, principalmente no que diz respeito à sua calibração, para que se possam eliminar os possíveis erros referentes ao desajuste do teodolito. Entre os erros que mais afetam a correta determinação das observações pode-se citar: erro de excentricidade da alidade, erro de excentricidade do eixo de colimação, erro de graduação do limbo, erro de inclinação do eixo principal sobre o plano do limbo, e erro de inclinação e colimação. Alguns desses erros podem ser reduzidos ou mesmo eliminados, existindo para isso, métodos de observações com essa finalidade para adequada calibração do teodolito. Em função disso, o objetivo geral desta pesquisa foi verificar, por meio de métodos de observações específicos os possíveis erros de calibração dos teodolitos do laboratório de topografia do Câmpus Jataí, fazendo um diagnóstico dos aparelhos que necessitam de retificação, para auxiliar no processo de decisão quanto à manutenção dos equipamentos topográficos.

Palavras-chave: teodolito, verificação, retificação.

INTRODUÇÃO

A palavra “Topografia” deriva das palavras gregas “topos” (lugar) e “graphen” (descrever), isso leva a conceituar a topografia como sendo a descrição de uma localidade com todos os seus acidentes geográficos, considerando a terra como plana. Outros autores definem topografia como sendo a ciência que visa representar uma porção terrestre, mostrando sua forma, posição e dimensão: na forma aparecerão o contorno, as elevações, as depressões; na posição será registrada para essa porção a sua localização, principalmente em relação ao norte e nas dimensões, constará o tamanho dessa porção (BRANDALIZE, 2000).

Genericamente, o objetivo da topografia é a obtenção da planta topográfica. Para tal, é necessária a medida de distâncias e ângulos. A representação gráfica dos pontos que caracterizam os acidentes naturais e de todos os demais, de interesse de um levantamento topográfico, é conseguido projetando-se ortogonalmente todos os pontos sobre um plano horizontal de referência.

Todo projeto de engenharia, arquitetura e agronomia dependem preliminarmente, de um projeto planialtimétrico, a fim de se obter de todos os detalhes naturais e artificiais existentes sobre a superfície do terreno, assim como a forma exata do terreno.

De acordo com Brandalize, 2000 a porção da superfície terrestre, levantada topograficamente, é representada por meio de uma Projeção Ortogonal Cotada e denomina-se Superfície Topográfica. Isto equivale dizer que, não só os limites desta superfície, bem como

todas as suas particularidades naturais ou artificiais, serão projetadas sobre um plano considerado horizontal. A esta projeção ou imagem figurada do terreno dá-se o nome de Planta ou Plano Topográfico (ESPADEL, 1987). A Figura 1 representa exatamente a relação da superfície terrestre e de sua projeção sobre o papel.

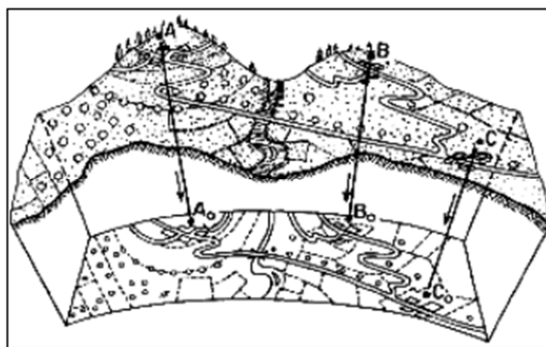


Figura 1: superfície topográfica - planta topográfica
Fonte: (ESPADEL, 1987)

Classicamente, visando atender os seus objetivos, a Topografia se divide-se em: **topometria e topologia**. A topometria estuda os processos clássicos de medida de distância, ângulos e diferença de nível. Encarrega-se, portanto, da medida das grandezas lineares e angulares, quer seja no plano horizontal ou no plano vertical, objetivando definir o posicionamento dos pontos topográficos, por sua vez a topometria se divide em planimetria e altimetria, a saber: **Planimetria** - Estuda e estabelece os procedimentos e métodos de medida, no plano horizontal, de distâncias e ângulos, e a consequente determinação de coordenadas planas (X, Y) dos pontos de interesse. **Altimetria**: Estuda e estabelece os procedimentos e métodos de medida de distâncias verticais ou diferença de nível, incluindo-se a medida de ângulos verticais. A operação topográfica que visa o levantamento de dados altimétricos é o nivelamento (BRANDALIZE, 20000).

A topologia tem por objetivo o estudo das formas exteriores do terreno (relevo) e as leis que regem sua formação. Em topografia, aplicação da topologia é dirigida para a representação do relevo em planta, através das curvas de nível e dos planos cotados.

Segundo o historiador grego Heródoto, a topografia foi usada no Egito desde 1400 a.C., quando aquele país foi dividido em parcelas de terra para fins de cobranças de impostos. Aparentemente, a topografia foi particularmente necessária no Vale do Nilo para assentamento e controle dos marcos de propriedade. Quando as enchentes anuais do Nilo arrastavam muitos desses marcos, os topógrafos eram designados para recolocá-los. Esses topógrafos eram chamados de esticadores-de-cordas, porque eles usavam cordas (com marcadores ou nós, distribuídos em certos intervalos) para suas medições.

Os romanos em seu grandioso Império introduziram muitos avanços na topografia. Os três instrumentos utilizados pelos romanos foram o odômetro, a groma e o coróbato. O odômetro foi utilizado para medir distância através de uma roda girando ao longo de uma linha em questão e contando o número de voltas. A groma foi utilizada na determinação de ângulos retos; ela consistia em duas peças de madeira fixadas entre si em ângulo reto na forma de uma cruz horizontal, com fios de prumo descendo de cada uma das quatro extremidades. O coróbato era de madeira com cantos retos e pernas de suporte e media aproximadamente 6 metros de

comprimento. Tinha um entalhe esculpido no seu topo para reter água, de tal modo que poderia ser usado como um nível (Figura 2).



Figura 2: Odômetro, groma e coróbato.

Os autores divergem quanto às quais ferramentas vieram antes e quais vieram depois, com base na pesquisa apresentaremos uma ordem evolutiva dos aparelhos topográficos conforme descreveu Abrahão, (2012):

Prumo ótico (Figura 3): O fato de que um objeto pesado pendurado na extremidade de um cordel produzindo no mesmo, um efeito de perpendicularidade em relação à terra, foi algo percebido há muito tempo que influenciou muito nos primórdios da Topografia, com o passar do tempo foi substituído pelo nível de bolha, que apresentava muitas vantagens em relação ao prumo. Há, no entanto algo que o nível não pode fazer facilmente: a transferência exata de um ponto entre dois planos desnivelados. Neste campo, o fio-de-prumo continua sendo um instrumento indispensável na construção moderna. Estando presente ainda no teodolito por exemplo.

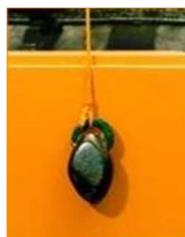


Figura 3: Prumo ótico. Fonte: Abrahão (2012).

Bússola magnética (Figura 4): a bússola é um tipo de instrumento destinado a medir diretamente ângulos horizontais magnéticos, denominados azimutes. Uma bússola é constituída pelas seguintes partes principais: agulha imantada, um círculo horizontal graduado de 0° até 360° e um dispositivo de apoio e suspensão. As bússolas sofreram seu processo evolutivo tecnológico. Existem vários tipos de bússolas tais como: Bússola de mão, bússola topográfica, bússola taqueométrica etc.



Figura 4: Bússola magnética. Fonte: Abrahão (2012).

Grafômetro (Figura 5): é uma ferramenta que mede ângulos horizontais, possuindo semicírculo graduado nos dois sentidos, alidade de pínulas como órgão de visada, bem como uma bússola adaptada na estrutura do grafômetro. Trabalha apoiado em tripé. Após uma evolução passou a poder medir valores correspondentes a ângulos verticais, isto porque o joelho da concha permite a inclinação do semicírculo graduado até ocupar a posição de um plano vertical.

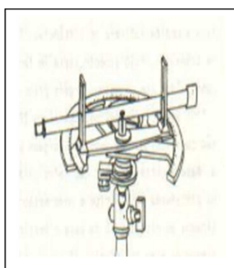


Figura 5: Grafômetro. Fonte: Abrahão (2012).

Prancheta topográfica (Figura 6): é um equipamento capaz de determinar ângulos horizontais através do registro gráfico das projeções das linhas de visada sobre um plano horizontal. A prancheta é constituída essencialmente de uma prancheta de madeira para apoio de papel, régua para o desenho do levantamento topográfico e de uma alidade, apoiada num tripé.

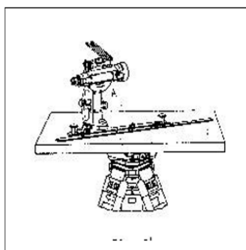


Figura 6: Prancheta Topográfica. Fonte: Abrahão (2012).

Trânsito (Figura 7): o trânsito é um equipamento de precisão que mede apenas ângulos horizontais. Possuem em sua estrutura mecânica um conjunto de órgãos principais, tais como luneta, círculo horizontal graduado, parafusos e níveis calantes, micrômetro, declinatória, prumo mecânico, parafusos de pressão e de chamada etc. Nos modelos mais antigos, a leitura angular

era externa, ou seja, realizada sem auxílio de microscópio e de espelho para iluminação interna do círculo horizontal graduado. Trabalham apoiados em tripé topográfico.



Figura 7: Trânsito. Fonte: Abrahão (2012).

Teodolito (Figura 8): o teodolito é um equipamento de precisão, servindo para medir ângulos de qualquer natureza, horizontais e verticais, sendo mais aperfeiçoado que o trânsito. Os teodolitos mecânicos e os trânsitos tinham como acessório básico uma bússola para a medida de ângulos magnéticos – Azimutes e rumos; nos teodolitos ótico-mecânicos foram utilizadas bússolas e, posteriormente, declinatórias; nos teodolitos eletrônicos os círculos graduados foram substituídos por leitores eletrônicos, utilizando sensores como diodos, sendo os valores medidos e registrados em displays de cristal líquido. A orientação dos levantamentos topográficos é realizada com o auxílio de uma declinatória.



Figura 8: Teodolito. Fonte: Abrahão (2012).

Nível (Figura 9): Nível é um instrumento topográfico usado para a determinação de diferenças de altitudes ou de cotas entre pontos da superfície terrestre. Os níveis podem ser classificados, segundo o órgão visor de que todos são dotados, em níveis de luneta, níveis de visor de pínulas e níveis sem órgão visor. Nas operações de nivelamento são utilizados conjuntamente com uma mira. Podem também ser classificados em níveis ótico-mecânico ou eletrônico-digitaís.



Figura 9: Nível. Fonte: Abrahão (2012).

Estação Total (Figura 10): É um equipamento moderno, resultante da conjugação de um distanciômetro eletrônico com um teodolito, também eletrônico. Uma Estação Total combina todas as vantagens de um teodolito eletrônico e de um medidor eletrônico de distância (MED), anteriormente apenas acoplados, com a vantagem atual da facilidade de um controle central único e de grande capacidade de memória para registro de observações de campo.



Figura 10: Estação total. Fonte: Abrahão (2012).

Receptores GPS (Figura 11): Os receptores GPS pertencem a uma classe de instrumental que se encontra, atualmente, no topo da evolução tecnológica. São destinados para posicionamento e navegação. Os receptores GPS utilizados para as atividades de posicionamento na Geodésia e na Topografia são designados, respectivamente, de receptores geodésicos e de receptores topográficos. Atualmente, o Sistema GPS é utilizado para os mais diversos propósitos e pelos mais variados tipos de pessoas e de profissionais. Existem diversos tipos de receptores GPS, marcas e modelos, cuja utilização é função da finalidade do usuário.



Figura 11: Receptores GPS. Fonte: Abrahão (2012).

MÉTODO

Em qualquer trabalho de coleta de dados no campo, em especial para trabalhos que buscam resultados com precisão, é essencial que os instrumentos de medição estejam verificados, se necessário retificados, para que se possa alcançar a precisão exigida. Caso estejam desregulados, podem haver diversos erros comprometendo a medição da área desejada. Especificamente no caso dos teodolitos, podemos encontrar os seguintes erros: i. erro de centralização; ii. nivelamento; iii. refração atmosférica; iv. pontaria; e por fim, v. erros nos eixos do instrumento. Feita a verificação e então retificação do aparelho, estes erros são corrigidos, proporcionando um bom funcionamento do aparelho, fornecendo dados corretos e confiáveis. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o funcionamento dos teodolitos do laboratório de topografia do IFG Câmpus Jataí.

Para verificação e retificação dos aparelhos estabeleceu-se as seguintes etapas metodológicas: i. estudo das partes que compõem o funcionamento de um teodolito, ii. adaptação da planilha de verificação proposta por Ferraz e aplicação de *checklist* para verificação (1995), iii. verificação de seis teodolitos utilizando planilha de verificação; iv. Proposta de retificação para o aparelho que apresentou defeito. A descrição das duas últimas etapas encontram-se nos resultados.

i. Descrição do teodolito, partes componente.

De acordo com Ferraz (1995) o teodolito é formado por um sistema de eixos (Figura 12), círculos graduados, luneta de visada e níveis de bolha.

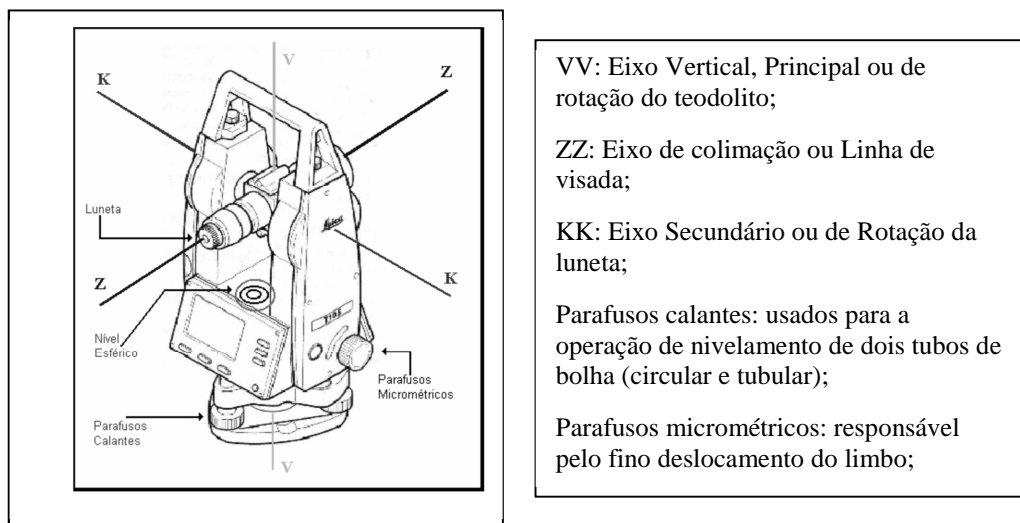


Figura 12: Sistema de eixos dos teodolitos. Fonte: Ferraz, (1995).

Círculo graduado é a região onde encontramos as graduações e as divisões angulares do instrumento (Figura 13).

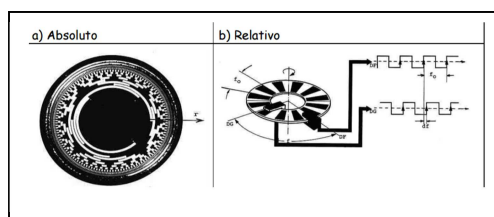


Figura 13: Círculos Graduados (LIMBOS). Fonte: Ferraz, (1995).

Luneta de visada é aplicada na observação de imagens e objetos a uma determinada distância. Ela é composta de um tubo e três lentes principais: uma objetiva (com capacidade de convergir a maior radiação solar possível para o aparelho, observa ângulos em grande distância focal); uma lente analisadora (aplicado para focar a imagem) e uma ocular (para a ampliação do foco das lentes objetivas) (Figura 14).

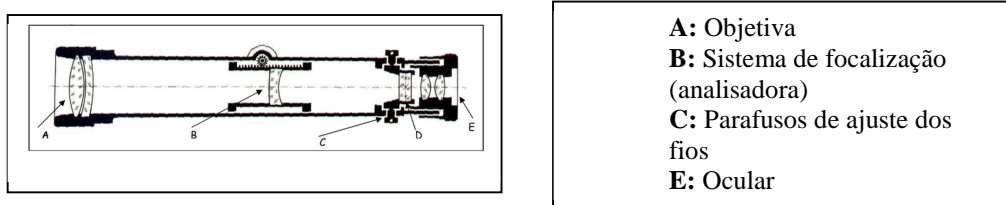


Figura 14: Luneta de visada. Fonte: Ferraz, (1995).

Os níveis de bolha são utilizados para mostrar o nivelamento em relação ao objeto. Para saber se o equipamento está nivelado, é necessário observar se a bolha está em cima do marcador. A manipulação dos tripés proporciona a regulação do nível da bolha (Figura 15).

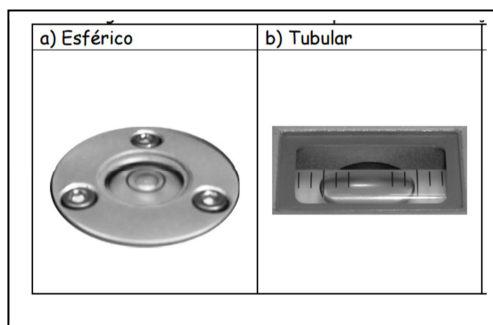


Figura 15: Níveis de bolha. Fonte: Ferraz, (1995).

ii. Adaptação da planilha e do método de verificação proposta por Ferraz (1995)

Os instrumentos utilizados em Topografia são construídos de maneira a proporcionar, com a maior 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, devemos proceder periodicamente à verificação das condições que o equipamento deve atender e, quando estas condições não forem suficientes para proporcionar uma precisão adequada ao trabalho que estamos conduzindo, deve então o instrumento ser submetido a uma retificação. Entendendo a necessidade de se fazer as verificações nos aparelhos topográficos, realizou-se o procedimento seguindo duas etapas: antes e depois da instalação do aparelho.

Antes de Instalar

Foram verificadas as condições dos parafusos calantes, do movimento horizontal e vertical com seus respectivos parafusos de chamada e fixação e do painel de leitura, conferindo, entre outras coisas, as condições de limpeza e lubrificação.

Depois de instalar

Após fixado o instrumento sobre o tripé procedeu-se a operação de nivelamento do teodolito procedendo a verificação, por meio da planilha (*checklist*) apresentada nas Figuras 16 e 17 seguindo as etapas descritas abaixo:

1. Verificação do nível esférico: observou - se a bolha esférica está no centro do círculo, após isso;
2. Verificação do nível cilíndrico: observou-se a bolha cilíndrica na posição original, depois, girou 180° e observou se a bolha ficou centralizada;
3. Verificação do prumo ótico: observou o prumo em algumas posições após girar 180° verificando se ainda estava centralizado com o piquete no solo;
4. Verificação da mira auxiliar: visou-se um ponto e colocou a mira auxiliar em cima do alvo travando os movimentos, após isso, observou-se por meio da luneta se a mira auxiliar estava em boas condições;
5. Verificação do foco da imagem: focalizando a imagem e o retículo observou-se a qualidade dos focos;
6. Verificação da linha de visada (Ângulos horizontais) e do índice de leitura dos ângulos verticais: primeiro, escolheu-se um ponto de controle vertical e horizontal bem distante, depois, colocou o aparelho na posição direta (painel virado para o corpo do operador com o parafuso de chamada à direita do mesmo), ligou o equipamento e visou o ponto de controle, zerando o equipamento e anotando os ângulos. Posteriormente, inverteu-se a luneta, girando o aparelho 180° e visando o ponto de controle anotou-se os ângulos da posição inversa do teodolito. Após repetir esse procedimento seis vezes, foi calculado o erro da linha de visada que é feito subtraindo de 180° a leitura encontrada na posição inversa do aparelho. Calculado o erro da linha de visada obteve-se o erro do índice de



leitura dos ângulos verticais somando a leitura da posição direta com a leitura da posição inversa e subtraindo de 360° .

Verificando os erros obtidos nas observações, julgou-se se o aparelho precisava ou não de ser retificado, baseado no limite de erro previsto para o teodolito. Foi utilizada a tabela de verificação proposta por Ferras (1995) (*checklist*) que sofreu alterações devido ao fato de ter sido elaborada para aparelhos mais antigos (Figura 16 e 17).

FICHA DE AVALIAÇÃO TÉCNICA DE TEODOLITOS						
Fabricante: _____ Modelo: _____ Patrimônio: _____ Ficha N.º : _____						
Verificado por: _____						
A - Verificações Gerais (Inspeção rápida):						
COMPONENTES BÁSICOS	LIMPEZA	LUBRIFIC.	AJUSTE	AUSENTE	OK	OBS.
01 - Parafusos Calantes						
02 - Nível Esférico						
03 - Nível Cilíndrico						
04 - Prumo ótico						
05 - Movimento Horizontal (MH)						
06 - Paraf. de fixação do MH						
07 - Paraf. de chamada do MH						
08 - Movimento Vertical (MV)						
09 - Paraf. de fixação do MV						
10 - Paraf. de chamada do MV						
11 - Enfoque da imagem						
12 - Enfoque dos retículos						
13 - Parte ótica (OC, OBJ, RET)						
14 - Mira auxiliar						
15 - Visor (Painel de leitura)						
16 - Outros (Especificar)						
B - Verificações Específicas e Retificações, Limpeza e Lubrificação:						
DISCRIMINAÇÃO	OK	Ajustar	Serv. Execut. em			
01 - Nível esférico			___/___/___			
02 - Nível cilíndrico			___/___/___			
03 - Prumo Ótico			___/___/___			
04 - Linha de visada (colimação)			___/___/___			
05 - Índice de leit. de Âng. Verticais			___/___/___			
06 - Parafusos do Mov. Horiz.			___/___/___			
07 - Parafusos do Mov. Vert.			___/___/___			
08 - Dispositivo de Pontaria (Mira)			___/___/___			
09 - Parafusos calantes			___/___/___			
10 - Limpeza e Lubrificação			___/___/___			
11 - Outras ()			___/___/___			

Figura 16: Ficha de avaliação parte 1. Fonte: Adaptado de Ferraz, (1995)

C - Verificação da linha de visada (Ângulo Horizontal):

POSIÇÃO DIRETA	POSIÇÃO INVERSA	ERRO

D - Verificação do índice de leitura dos ângulos verticais:

POSIÇÃO DIRETA	POSIÇÃO INVERSA	ERRO

Figura 17: Ficha de avaliação parte 2. Fonte: Adaptado de Ferraz, (1995).

RESULTADOS

Conforme colocado, foram verificados seis teodolitos, para cada aparelho foi gerada uma planilha, por conta do espaço disponível, será apresentada apenas uma tabela preenchida (Tabela 1). Do total de seis aparelhos verificados, apenas um teodolito apresentou problemas que comprometem as medições, pois não obteve o fechamento angular recomendado nos dois eixos. Os demais apresentaram boa qualidade técnica e condições ideais para realização de levantamentos topográficos. Recomenda-se que o aparelho desretificado passe por um processo de manutenção dos eixos do equipamento. Este tipo de operação deve ser feita por técnico especializado em manutenção de equipamentos topográficos.

Tabela 1: FICHA DE AVALIAÇÃO TÉCNICA DE TEODOLITOS

Fabricante: Spectra Modelo: DET-2 Patrimônio: 103392 Ficha N.º : 02.

Verificado por: Cássio e Karen

A - Verificações Gerais (Inspeção rápida):

COMPONENTES BÁSICOS	LIMPEZA	LUBRIFIC.	AJUSTE	AUSENTE	OK	OBS.
01 - Parafusos Calantes					X	
02 - Nível Esférico					X	
03 - Nível Cilíndrico			X			
04 - Prumo ótico					X	
05 - Movimento Horizontal (MH)					X	
06 - Paraf. de fixação do MH					X	
07 - Paraf. de chamada do MH					X	
08 - Movimento Vertical (MV)					X	
09 - Paraf. de fixação do MV					X	
10 - Paraf. de chamada do MV					X	
11 - Enfoque da imagem					X	
12 - Enfoque dos retículos					X	
13 - Parte ótica (OC, OBJ, RET)					X	
14 - Mira auxiliar					X	
15 - Visor (Painel de leitura)					X	
16 - Outros (Especificar)					X	

B - Verificações Específicas e Retificações, Limpeza e Lubrificação:

DISCRIMINAÇÃO	OK	Ajustar	Serv. Execut. em
01 - Nível esférico	X		___/___/___
02 - Nível cilíndrico		X	___/___/___
03 - Prumo Ótico	X		___/___/___
04 - Linha de visada (colimação)	X		___/___/___
05 - Índice de leit. de Âng. Verticais	X		___/___/___
06 - Parafusos do Mov. Horiz.	X		___/___/___
07 - Parafusos do Mov. Vert.	X		___/___/___
08 - Dispositivo de Pontaria (Mira)	X		___/___/___
09 - Parafusos calantes	X		___/___/___
10 - Limpeza e Lubrificação	X		___/___/___
11 - Outras			___/___/___

C - Verificação da linha de visada (Ângulo Horizontal):



POSIÇÃO DIRETA	POSIÇÃO INVERSA	ERRO
0° 00' 00"	179° 59' 52"	0° 00' 08"
0° 00' 00"	180° 00' 19"	0° 00' 19"
0° 00' 00"	179° 59' 50"	0° 00' 10"
0° 00' 00"	180° 00' 03"	0° 00' 03"
0° 00' 00"	179° 59' 56"	0° 00' 04"
0° 00' 00"	179° 59' 55"	0° 00' 05"

D - Verificação do índice de leitura dos ângulos verticais:

POSIÇÃO DIRETA	POSIÇÃO INVERSA	ERRO
82° 27' 25"	277° 32' 12"	0° 00' 23"
84° 20' 52"	275° 38' 53"	0° 00' 15"
82° 34' 22"	277° 25' 14"	0° 00' 24"
84° 20' 52"	275° 39' 01"	0° 00' 07"
82° 28' 28"	277° 31' 08"	0° 00' 24"
82° 34' 21"	277° 25' 30"	0° 00' 09"

CONCLUSÕES

Nesta pesquisa sobre verificação e proposta de retificação para aparelhos topográficos, nosso objeto de estudo foi o Teodolito. Cabe enfatizar a importância do estudo da Topografia para estudantes da área de construção civil - o estudo da topografia é uma parte importante no treinamento de um estudante técnico, pois ela ajudará consideravelmente a aprender a pensar logicamente, a planejar, a ter satisfação em trabalhar com cuidado e acuradamente e a registrar o seu trabalho de forma ordenada e precisa. Por meio desta pesquisa foi possível aprender sobre a importância das medições, desenvolvendo o senso de acurácia, adquirindo hábitos essenciais de checar cálculos numéricos e medições. Para além disso, a presente pesquisa permitiu chegar a conclusão de que o profissional em posição da tomada de decisões relativa à contratação de serviços de levantamentos topográficos, necessita de entendimentos básicos sobre o assunto, para que assim possa estar apto a lidar com as situações que envolvam levantamento utilizando o teodolito.

BIBLIOGRAFIA

- ABRAHÃO, R. **Evolução da topografia através dos tempos**. 2012. Disponível em: <<http://geoeasy.com.br/blog/?p=1202>>. Acesso em: 26 maio 2016.
- BRANDALIZE, M. C. B. **Topografia**. 2000. Disponível em: <<http://www.gpeas.ufc.br/disc/topo/apost01.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2016.
- ESPARTEL, L. Curso de topografia. 6. ed. Porto Alegre: Globo, 1987. 655 p.
- FERRAZ, A. S. **Teodolitos e níveis óticos: verificações e retificações**. 1995. 46 f. Apostila para curso de extensão, Escola Técnica Federal de Goiás, Goiânia, 1995.