

OPERAÇÕES PARA MANUSEIO DO TEODOLITO ELETRÔNICO SPECTRA PRECISION DET-2 EM TRABALHOS DE TOPOGRAFIA

Luisa Faria de Mello QUELHO¹
Renan Furlan de OLIVEIRA²

RESUMO: A topografia tem como objetivo principal executar medições de ângulos, distâncias e desníveis, para a posterior representação de uma porção da superfície terrestre em uma escala adequada. Para a realização dessas medidas, é necessária a utilização de equipamentos e acessórios topográficos específicos. No que consiste à medição de ângulos, horizontais e verticais, os equipamentos mais utilizados são os teodolitos. Diversas abordagens são conhecidas para se classificar os teodolitos. Porém, independentemente da classe, para se manipular um teodolito, é necessário efetuar uma sequência sistemática de procedimentos. Neste contexto, o objetivo do presente trabalho é executar de forma sistemática os procedimentos necessários para manusear o teodolito eletrônico, antes de iniciar a coleta de dados em serviços topográficos. Para isto, foram realizadas as seguintes etapas: instalação do teodolito eletrônico em um ponto de referência, centragem, nivelamento inicial e nivelamento de precisão, focalização, pontaria, e leitura de ângulos para um determinado alvo de interesse. Os procedimentos realizados foram detalhados em cada uma das etapas. Esta estratégia foi adotada com a intuito de elaborar e disponibilizar um conteúdo acessível e de fácil entendimento, para auxiliar estudantes e profissionais das áreas de engenharias e arquitetura, aptos a trabalharem com equipamentos topográficos, a fim de evitar erros que podem ocorrer durante a manipulação de equipamentos como o teodolito eletrônico. Assim, garantindo uma melhor qualidade nas operações de medições de ângulos, em serviços topográficos, uma vez que o levantamento de dados do terreno consiste no primeiro passo para a execução de um bom projeto de engenharia e arquitetura.

Palavras-chave: Topografia. Teodolito eletrônico Spectra Precision DET-2.

¹ Discente do 2º ano do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário “Antonio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente, e-mail: luisaquelho@toledoprudente.edu.br.

² Docente do curso de Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Civil e Engenharia de Produção do Centro Universitário “Antonio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente. Mestre em Ciências Cartográficas pela FCT/UNESP, e-mail: renanoliveira@toledoprudente.edu.br. Orientador do trabalho.

1 INTRODUÇÃO

Conhecer o meio em que vive sempre foi uma necessidade do homem, seja para sobrevivência, orientação, segurança, guerras, navegação, construção, ou outras finalidades (VEIGA *et al.*, 2012). Mesmo na antiguidade, a representação do espaço era indispensável, a qual baseava-se na observação e na descrição do meio. Alguns historiadores relatam que as representações mais antigas, como por exemplo as artes rupestres, foram elaboradas antes mesmo do homem desenvolver a escrita. Dentre as diversas limitações dessas representações, pode-se destacar a falta de rigor métrico, que com o decorrer do tempo e avanço da tecnologia, foi solucionada a partir do surgimento de técnicas e equipamentos de observação que auxiliam na aquisição de dados para garantir uma maior qualidade nas representações espaciais elaboradas. Nesse contexto, destaca-se a topografia, como sendo um dos principais meios para a aquisição de dados e realização de medições em trabalhos de campo (ESPARTEL, 1987; TULER; SARAIVA, 2014).

Etimologicamente, topografia deriva do grego *topos*, que significa lugar, e *graphien*, que significa descrição. Sendo entendida assim, de uma forma simples, como a descrição de um lugar. Por outro lado, várias outras definições também são encontradas na literatura, como por exemplo: topografia é a “*Ciência aplicada que, representa no papel, a configuração (contorno, dimensão e posição relativa) de uma porção de terreno com todos os detalhes (naturais ou artificiais) que estão em sua superfície*”. Segundo Doubek (1989), a “*topografia tem como objetivo o estudo dos instrumentos e métodos utilizados para obter a representação gráfica de uma porção do terreno sobre uma superfície plana*”. Veiga *et al.* (2012) relatam que essa ciência aplicada tem como principal finalidade “*executar medições de ângulos, distâncias e desníveis, para a posterior representação de uma porção da superfície terrestre em uma escala adequada*”.

Para a realização de medidas, sejam distâncias, ângulos ou desníveis, é necessária a utilização de equipamentos topográficos específicos. Segundo a NBR 13133 (1994), os equipamentos indicados para efetuar operações topográficas são: teodolitos, níveis, medidores eletrônicos de distâncias. Sendo, que cada um destes equipamentos possui uma finalidade específica em relação à grandeza que é capaz de medir. No que se refere especificamente à medição de ângulos, horizontais e

verticais, os teodolitos são os equipamentos mais utilizados, os quais podem ser classificados quanto à finalidade (topográficos, geodésicos ou astronômicos); quanto à forma, podendo ser ópticos-mecânicos ou eletrônicos; e quanto à precisão, uma vez que a NBR 13133 (1994) classifica-os de acordo com o desvio padrão de uma direção observada.

Independentemente da classificação dos equipamentos topográficos, para se fazer a manipulação do teodolito com foco na coleta de dados em trabalhos de campo, é necessário efetuar uma sequência sistemática de procedimentos, de tal forma a executar medições com qualidade e que apresentem um certo rigor. Neste sentido, o objetivo do presente trabalho é executar de forma sistemática todos os procedimentos necessários para operar um teodolito eletrônico, antes de iniciar a coleta de dados. Uma das principais contribuições deste estudo é disponibilizar um conteúdo acessível e de fácil entendimento, para auxiliar estudantes e profissionais das áreas de engenharias e arquitetura, aptos a trabalharem com equipamentos topográficos, a fim de evitar erros durante a manipulação de um teodolito eletrônico, e conseqüentemente, garantir uma melhor qualidade nas operações de medições de ângulos, em serviços topográficos.

2. DESENVOLVIMENTO

Para a realização do presente trabalho, os seguintes equipamentos e acessórios foram utilizados:

- Teodolito eletrônico Spectra Precision DET-2;
- Tripé;
- Sapata;
- Mira ou régua graduada;
- Nível de cantoneira.

O teodolito eletrônico DET-2 é composto pelos seguintes elementos principais: sistema de eixos, círculos graduados (ou limbos), luneta de visada, níveis. Basicamente, três eixos fazem parte da estrutura do teodolito: eixo vertical, principal

ou de rotação do teodolito; eixo de colimação, ou linha de visada; e eixo secundário, ou de rotação da luneta. Além disso, o equipamento possui níveis, esférico e tubular, que devem ser considerados durante a etapa de nivelamento. Mais especificações, recursos e funções do teodolito eletrônico, devem ser consultadas em seu manual. A Figura 1 ilustra o teodolito eletrônico, com destaque para os seguintes componentes: (1) painel eletrônico do teodolito, onde aparecem os valores de ângulos horizontais e verticais; (2) e (5) luneta utilizada para a observação do alvo de interesse; (3) e (8) travas, horizontal e vertical; (4) prumo ótico; (6) bateria recarregável; (7) parafusos calantes para a realização do nivelamento de precisão.

Figura 1 – Teodolito eletrônico Spectra Precision DET-2 e alguns componentes.



O método proposto foi conduzido em cinco etapas, com a finalidade de detalhar cada uma das operações realizadas durante os seguintes procedimentos: instalação do teodolito eletrônico, centragem, nivelamento, focalização e pontaria, e por fim, a leitura de ângulos. Cabe ressaltar que o método do presente trabalho tem como base as abordagens apresentadas por Veiga *et al.* (2012).

Na primeira etapa, para instalar o teodolito eletrônico, inicialmente, foi necessário definir um ponto topográfico no terreno, como referência. Para isto, foi utilizada uma sapata, a qual permaneceu estática durante todos os procedimentos

(Figura 2a). Neste momento, enquanto os demais equipamentos não estavam sendo utilizados, procurou-se deixá-los no chão, de tal forma que ficassem seguros (Figura 2b). Os equipamentos consistiram basicamente em tripé, mira, nível de cantoneira e o teodolito em seu estojo (Figura 2c).

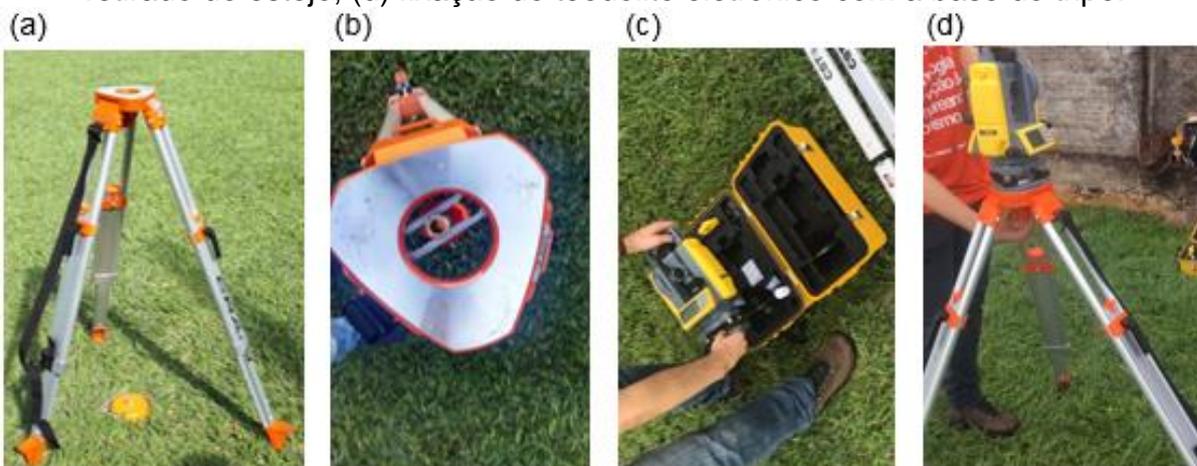
Figura 2 – (a) Sapata representando um ponto de referência no terreno, (b) equipamentos e acessórios de topografia, (c) teodolito eletrônico em seu estojo.



Após definir uma posição de referência no terreno e tomar os devidos cuidados com os equipamentos e acessórios de topografia, foi feita a instalação do tripé sobre o ponto topográfico de referência (Figura 3a). O tripé possui parafusos e travas que permitem realizar ajustes de altura, conforme a necessidade do operador. Nesta etapa, foi importante cravar as pontas do tripé no terreno, de maneira firme, para evitar que o mesmo se movesse, posteriormente, durante a aquisição de dados com o teodolito eletrônico.

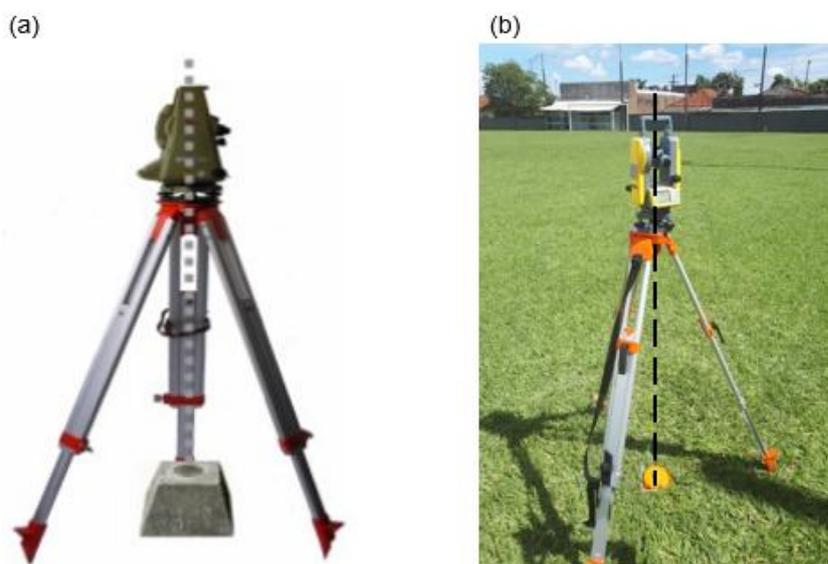
Outro fator importante, consistiu no posicionamento do tripé sobre o ponto de referência, mantendo-se a base do tripé o mais horizontal possível. Além disso, procurou-se estacionar o tripé de tal forma que fosse possível enxergar o ponto topográfico por meio do orifício existente na base do tripé (Figura 3b). Em seguida, o teodolito eletrônico foi retirado do estojo, cuidadosamente (Figura 3c), e foi fixado à base horizontal do tripé, com o auxílio do parafuso de fixação (Figura 3d). Cabe ressaltar que enquanto o equipamento não esteve fixo ao tripé, por meio do manuseio do parafuso de fixação, o mesmo permaneceu segurado com uma das mãos, em sua parte superior, para evitar eventuais quedas.

Figura 3 – (a) Posicionamento do tripé sobre o ponto de referência, (b) visibilidade do ponto de referência por meio do orifício da base do tripé, (c) teodolito sendo retirado do estojo, (d) fixação do teodolito eletrônico com a base do tripé.



Ao finalizar o procedimento de fixação do teodolito eletrônico ao tripé, foi realizada a centragem do equipamento. A centragem do teodolito sobre um ponto significa que o prolongamento do seu eixo principal passa exatamente sobre esse ponto (VEIGA *et al.*, 2012). A Figura 4a ilustra o procedimento de centragem. Assim, para materializar o eixo principal, foi utilizado o prumo óptico do teodolito eletrônico. Cabe ressaltar que para a melhor visualização do ponto de interesse no terreno, realizou-se a focalização da lente do prumo óptico, bem como a centragem dos retículos da lente sobre o ponto de referência. A Figura 4b mostra o eixo principal do equipamento passando pelo ponto de referência, representado pela sapata.

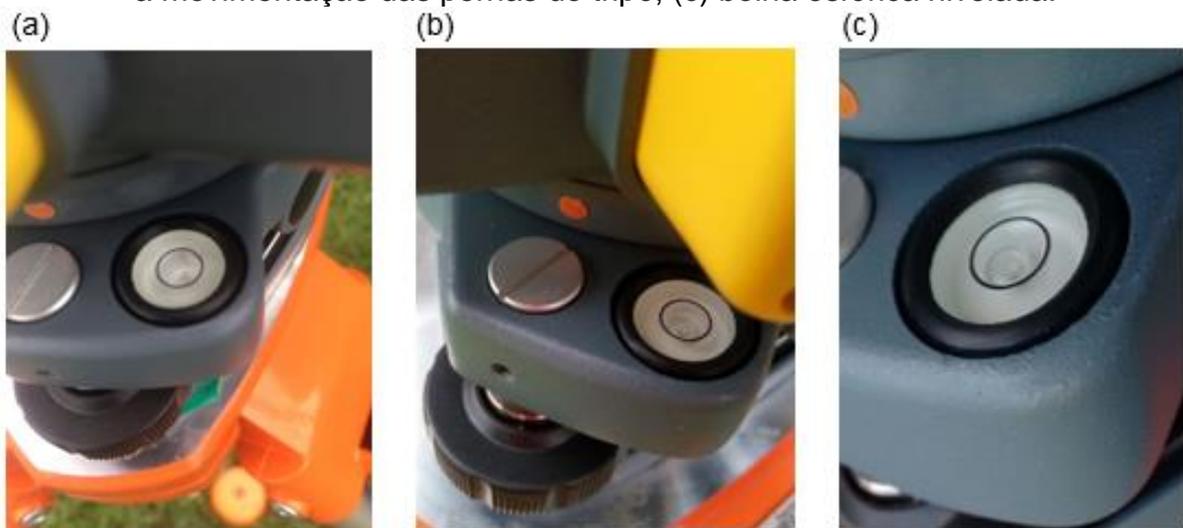
Figura 4 – (a) Esquema representando o eixo principal do equipamento passando pelo ponto, e (b) realização da centragem sobre o ponto de interesse.



Fonte: (a) Veiga *et al.* (2012).

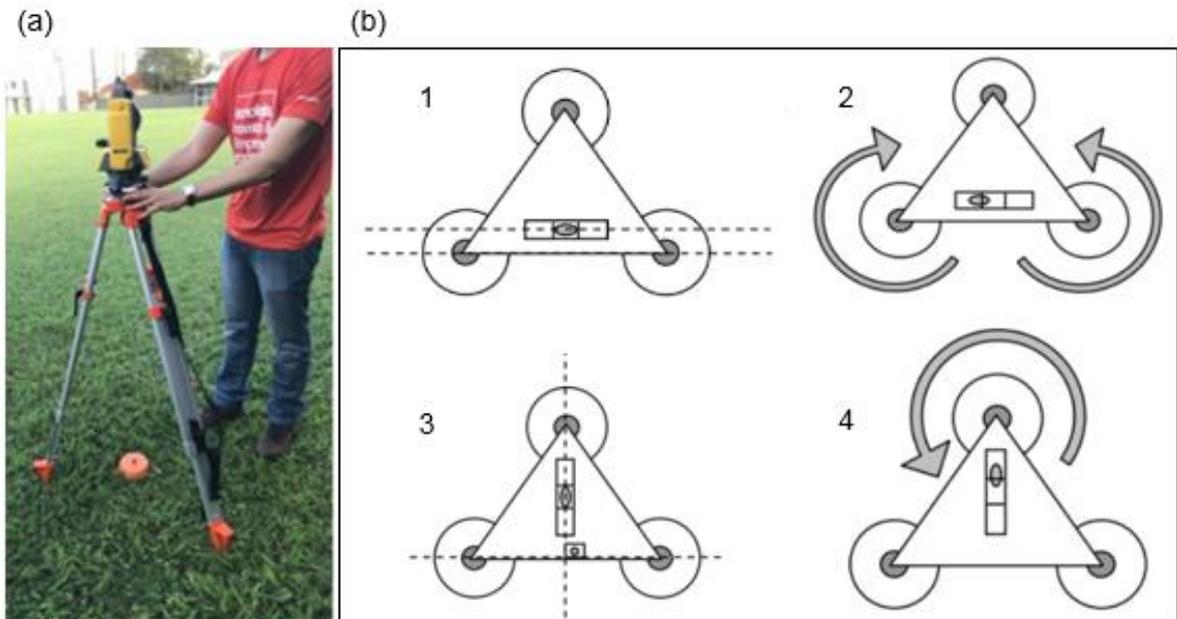
Assim como a centragem do teodolito eletrônico, foi realizado também o nivelamento do equipamento, o qual é um dos procedimentos fundamentais antes da realização de qualquer medição angular em campo. O nivelamento foi conduzido em duas fases, o nivelamento inicial e o nivelamento de precisão. No nivelamento inicial, foi utilizado somente o nível esférico, que em alguns casos está associado à base dos teodolitos. Enquanto que no nivelamento de precisão, foi utilizado somente o nível tubular. Para o nivelamento inicial, utilizou-se o movimento de extensão das pernas do tripé, no qual o desafio foi deslocar a bolha que se encontra desnivelada (Figura 5a) até o centro esférico do nível (Figura 5b), de tal forma que o nivelamento inicial seja realizado com sucesso (Figura 5c).

Figura 5 – (a) Bolha esférica antes do nivelamento inicial, (b) bolha esférica durante a movimentação das pernas do tripé, (c) bolha esférica nivelada.



Quanto ao nivelamento de precisão, o procedimento foi realizado com auxílio dos parafusos calantes do teodolito (Figura 6a). Inicialmente, alinhou-se o nível tubular a dois parafusos calantes (Figura 6b, procedimento 1). Atuando nestes parafusos alinhados ao nível tubular, fez-se com que a bolha se deslocasse até a posição central do nível, girando os parafusos calantes em sentidos opostos (Figura 6b, procedimento 2), a fim de centrar a bolha do nível. Após a bolha estar centrada, girou-se o equipamento em 90° , de tal forma que o nível tubular ficasse ortogonal à linha definida anteriormente (Figura 6b, procedimento 3). Atuando-se somente no parafuso que está alinhado com o nível, realizou-se a movimentação para garantir a centragem da bolha (Figura 6b, procedimento 4).

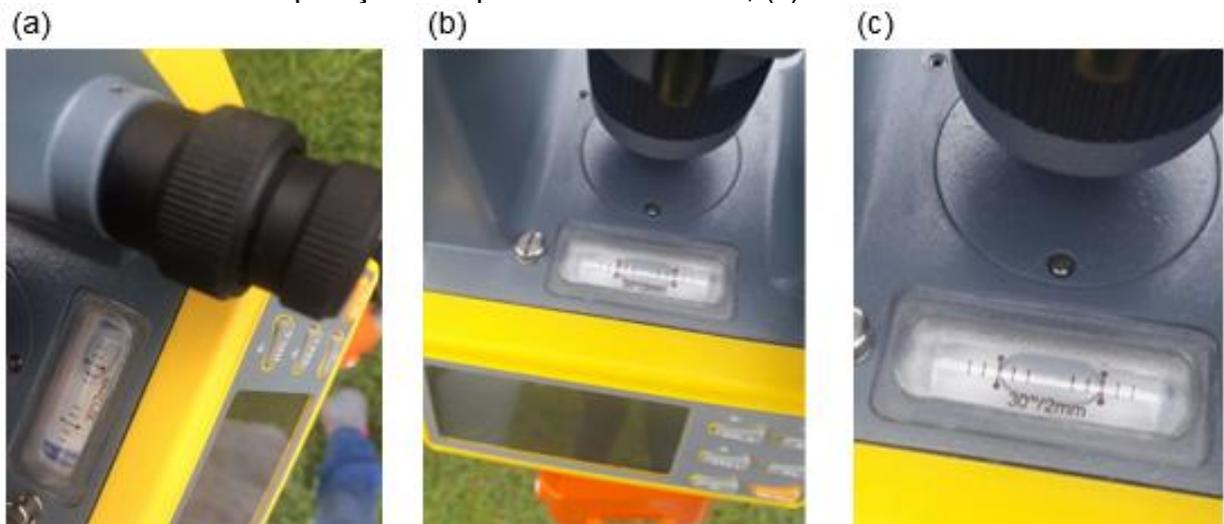
Figura 6 – (a) Manipulação do teodolito eletrônico durante o nivelamento de precisão, (b) procedimentos sequenciais (1, 2, 3 e 4) de manipulação dos parafusos calantes durante o nivelamento da bolha tubular.



Fonte: (b) Veiga *et al.* (2012).

Após o procedimento envolvido no nivelamento de precisão, com o uso dos parafusos calantes, a bolha tubular do teodolito eletrônico se encontra nivelada. A Figura 7 ilustra a posição da bolha tubular, antes do nivelamento de precisão, durante o procedimento de manipulação dos parafusos calantes, e o nivelamento da bolha tubular realizado com sucesso.

Figura 7 – (a) Bolha tubular antes do nivelamento de precisão, (b) bolha tubular durante a manipulação dos parafusos calantes, (c) bolha tubular nivelada.



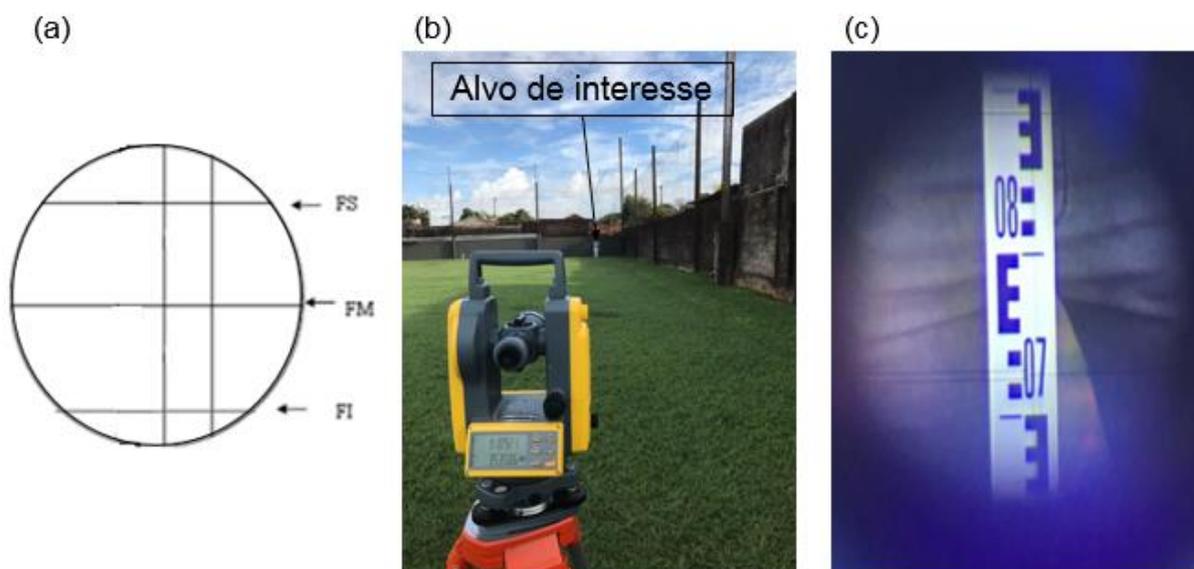
Em seguida, com o teodolito nivelado, verificou-se se o prumo havia saído da posição de referência. Essa verificação se faz importante, isto porque, uma vez que tenha ocorrido, deve-se soltar o parafuso de fixação da base horizontal do tripé e deslocar o equipamento até que o prumo fique posicionado novamente sobre o ponto de referência. Além disso, deve-se repetir os procedimentos de nivelamento, até que o equipamento esteja perfeitamente nivelado e centrado. Cabe ressaltar que no presente trabalho, não foi necessário realizar este ajuste, porém vale destacar a importância dessa verificação, devido as adversidades que podem ocorrer com a manipulação dos equipamentos topográficos durante os trabalhos de campo.

Na sequência, o teodolito eletrônico foi inicializado. Cabe ressaltar que a carga da bateria foi verificada, antes de realizar o deslocamento dos equipamentos até o local da execução dos procedimentos. Após a inicialização, girou-se a luneta do teodolito eletrônico em 360°, e o mesmo procedimento foi feito com a sua base horizontal, para garantir o reconhecimento das leituras angulares, apresentadas no painel eletrônico do equipamento.

No que se refere à última etapa, antes de efetuar a leitura dos ângulos, as operações de focalização dos retículos da luneta e a focalização do objeto alvo de interesse foram realizadas. Os retículos da luneta do teodolito foram focalizados de tal forma a serem vistos com nitidez, permanecendo bem definidos. Para facilitar esse procedimento, foi observada uma superfície clara, como uma parede branca, fazendo com que os fios dos retículos da luneta, Fio Superior (FS), Fio Médio (FM) e Fio Inferior (FI) ficassem bem nítidos (Figura 8a).

Posteriormente, foi determinado um ponto no terreno, representando o alvo de interesse. Neste caso, uma mira foi utilizada como alvo, a qual permaneceu segurada por um auxiliar sobre o ponto definido no terreno (Figura 8b). Para manter o alvo nivelado, foi utilizado um nível de cantoneira acoplada à mira, respeitando-se assim as premissas básicas envolvidas nos procedimentos de medição dos ângulos, com o teodolito eletrônico. A partir disso, foi realizada a focalização do objeto, o qual também deve ser visto de forma clara, com muita nitidez (Figura 8c), pois é a partir do objeto alvo de visada que o operador deve efetuar o direcionamento da luneta do teodolito para em seguida fazer a leitura dos ângulos, horizontais e verticais.

Figura 8 – (a) Esquema da focalização dos fios superior, médio e inferior do retículo da luneta do teodolito eletrônico, (b) visada ao alvo de interesse, (c) focalização do alvo, representado por uma mira.



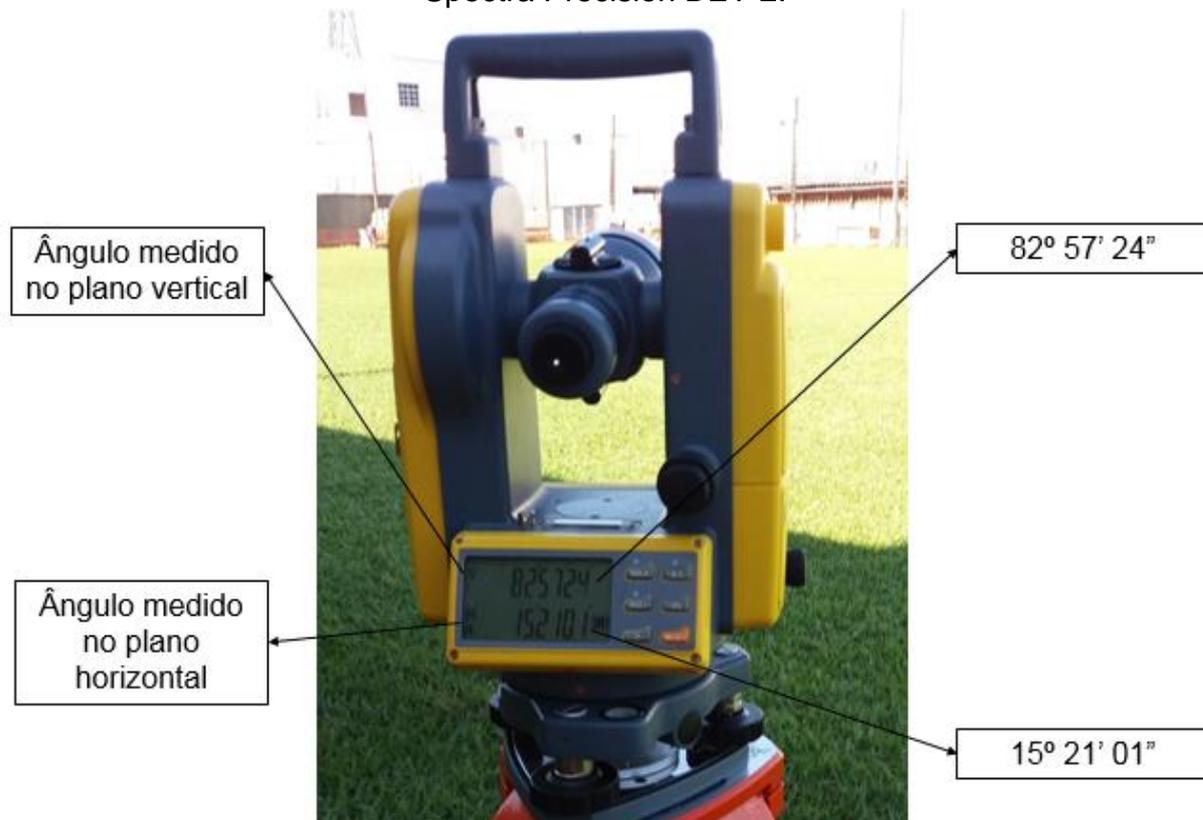
Fonte: (a) Veiga *et al.* (2012).

Ao fazer a pontaria para o alvo de interesse, com o teodolito eletrônico, foram utilizadas as travas do equipamento, tanto horizontal quanto vertical, para evitar que algum descuido deslocasse a luneta do teodolito em relação ao seu alvo de visada. A partir disto, foi feita a leitura dos ângulos que são apresentados no painel do teodolito eletrônico.

No painel do teodolito eletrônico, como pode ser visto na Figura 9, dois valores angulares são apresentados, o valor superior, identificado com a letra 'V' e o valor inferior, identificado com as letras 'H' e 'R'. O primeiro valor está associado à uma medida angular obtida no plano vertical, enquanto que o segundo valor está associado a uma medida angular contada no plano horizontal, de forma crescente no sentido horário.

Os valores angulares são apresentados em unidade sexagesimal, isto é, a leitura dos ângulos é feita em graus ($^{\circ}$), minutos ($'$) e segundos ($''$). Maiores esclarecimentos sobre a referência para a contagem dos ângulos, tanto no plano vertical quanto no plano horizontal, estão disponíveis no manual de instrução do equipamento topográfico, o qual deve ser consultado, preferencialmente, antes de realizar qualquer operação prática com o teodolito eletrônico.

Figura 9 – Leitura de ângulos no plano vertical e horizontal com o teodolito eletrônico Spectra Precision DET-2.



3. CONCLUSÃO

Após realizar sistematicamente todas as operações necessárias para manipular o teodolito eletrônico, antes de iniciar a coleta de dados, pode-se concluir que embora os procedimentos exijam muita atenção por parte do operador, devido a quantidade de detalhes e estratégias envolvidas, são caracterizados também como de grande importância para garantir a qualidade na obtenção de medidas angulares durante os serviços topográficos.

A determinação do ponto de referência para posicionar o equipamento, a centragem, o nivelamento e os ajustes de focalização e pontaria, são etapas que em um primeiro momento, demandam tempo. Porém, a repetição dos procedimentos é capaz de promover uma maior agilidade dessa operação prática, tão importante em trabalhos de topografia. Outro fator a ser destacado, refere-se à verificação do manual do equipamento, que deve ser realizada antes de qualquer manipulação.

Em áreas do conhecimento como engenharias e arquitetura, o uso de equipamentos topográficos é muito comum, principalmente devido à importância da realização do reconhecimento e do levantamento de dados do terreno. Esta prática é denominada levantamento topográfico, o qual é considerado o primeiro passo para a execução de um bom projeto. Para realizar o levantamento topográfico, é essencial conhecer, de maneira sólida, os conceitos e práticas envolvidas na manipulação de equipamentos topográficos, como o teodolito eletrônico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13133: Execução de levantamento topográfico**. Rio de Janeiro, 1994, 35p.

DOUBECK, E. **Topografia**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1989.

ESPARTEL, L. **Curso de Topografia**. 9 ed. Rio de Janeiro, Globo, 1987.

TULER, M.; SARAIVA, S. **Fundamentos de Topografia: Série Tekne**. Bookman Editora, 2014.

VEIGA, L. A. K.; ZANETTI, M. A. Z.; FAGGION, P. L. **Fundamentos de Topografia**. Universidade Federal do Paraná, 2012.