

USOS E APLICAÇÕES DA ESTAÇÃO TOTAL – SUBSÍDIOS PARA A PESQUISA E O ENSINO DE TOPOGRAFIA

Aryhane Massita

Faculdade de Engenharia Ambiental
CEATEC
aryhane_massita@yahoo.com.br

Maria Rachel Russo Seydell

Grupo de Pesquisa Sustentabilidade Ambiental das
Cidades - CEATEC
mrachel@puc-campinas.edu.br

Resumo: *A topografia é essencial em todas as atividades de engenharia. Com a atual evolução tecnológica do setor, podemos contar com equipamentos de última geração para atingir a precisão necessária ao tipo de levantamento topográfico. Os equipamentos de medição da topografia, em constante evolução tecnológica, precisam ser cada vez mais conhecidos pelos praticantes, engenheiros e estudantes de engenharia, a fim de serem utilizados em todo o seu potencial, evitando usos indevidos. Neste contexto, este trabalho tem por objetivos indicar as possibilidades de usos e aplicações da estação total e demonstrar aplicações em engenharia ambiental, tanto para projetos como para avaliação de impactos ambientais. O método de pesquisa consiste de uma revisão bibliográfica, contemplando os mais variados usos da estação total, as aplicações da estação total em levantamentos topográficos e aplicações incomuns, muitas vezes desconhecidas pelos profissionais e pesquisadores da área. Por ser um trabalho teórico, os resultados do estudo são apresentados sob a forma de uma pesquisa que abrange diversas áreas da engenharia, embasada em livros e trabalhos científicos.*

Palavras-chave: *Estação Total, usos e aplicações, avaliações ambientais.*

Grande Área do Conhecimento CNPq: *Engenharias I – Sub-Área do Conhecimento: Transportes.*

1. INTRODUÇÃO

O homem necessita transformar o meio natural em que vive, para lhe trazer situações de conforto e ambientes de sobrevivência, trabalho, lazer, entre outras ações humanas, como locomoção entre centros civilizados, com construções de estradas de ferro, rodagem, pontes etc. e, também, para canalização de cursos d'água para obras de saneamento e geração de energia elétrica. Estas são algumas das utilidades importantes do conhecimento de certas porções da superfície terrestre. [9]

Com o advento da evolução humana acompanhada do suprimento de suas necessidades crescentes, é necessário o estudo e a pesquisa para o desenvolvi-

mento de ambientes e condições que propiciem essa continuidade de descobrimentos e aprimoramentos das técnicas e tecnologias capazes de transformar e facilitar a vida do homem na Terra.

Atualmente, com a conseqüente preocupação ambiental sobre as diversas mudanças globais, as aplicações e projetos não se concentram mais somente em construções e criações, mas, também, à análise e otimização de modo a propiciar estabilidade e viabilidade do meio. Assim, é de fundamental importância o conhecimento do ambiente a ser tratado, suas características e peculiaridades, tornando a topografia elemento essencial de levantamento.

O presente trabalho visa expor os usos e aplicações da Estação Total, um equipamento de auxílio em levantamentos topográficos, de tecnologia avançada, que revolucionou a agrimensura mundial, facilitando as técnicas e os tempos de medições, além de ser utilizado para vários outros fins.

No ensino e na pesquisa, a convivência se torna favorável e construtiva pelo fato de que no mercado de trabalho ou até mesmo na carreira acadêmica, o uso da Estação Total, principalmente em projetos de Engenharias Civil, Ambiental, Mecânica e de Minas, [3], é basicamente rotineiro e constitui o fator inicial para o desenvolvimento, aplicação e posterior operação de uma obra ou avaliação.

2. TRATAMENTO TEÓRICO

1.1 2.1. A Topografia

Para [9], uma simples observação “in loco” do terreno ou uma área em questão não permite uma prévia para a construção direta, já que se realizada por tentativas estará certamente sujeita a erros gravíssimos. Isso acontece porque a superfície terrestre apresenta irregularidades, relevos, cursos d'água em vales, declividades diferenciadas, entre outros aspectos interferentes e nunca exatos e constantes.

A topografia trata da coleta de dados físicos de uma porção limitada da superfície terrestre, não considerando a curvatura da Terra. [5]

Quando a topografia é tratada de forma secundária, as conseqüências podem aparecer na forma de vias

urbanas e expressas com curvas mal traçadas que ocasionam acidentes, projetos com impactos ambientais irreversíveis, viadutos com sinuosidades indesejáveis, colocação imprópria de sinalização etc. [4]

Portanto, a essa ciência é dado o mérito de fundamental, pois todo seguimento que necessita de um projeto inicial seja de arquitetura, engenharia civil e mais recentemente projetos ambientais, dependem, fundamentalmente, de levantamentos topográficos e dados sobre o local ou terreno.

Alguns exemplos de trabalhos de engenharia que utilizam a topografia são citados: estradas (rodovias e ferrovias), edificações, diagnósticos ambientais, barragens, trabalhos de saneamento, perfuração de um túnel simultaneamente de ambos os lados da montanha com a certeza dos alinhamentos encontrar-se num mesmo ponto, uma vez que fornece as direções exatas a seguir. [3]

A topografia divide-se em duas partes principais: a planimetria, que trata de distâncias e ângulos horizontais e a altimetria, que trata de alturas e ângulos verticais. A junção de ambas gera a planialtimetria, um levantamento completo que possibilita o conhecimento do relevo. [4]

Os dois métodos convencionais e mais importantes de levantamentos topográficos são:

- Levantamento por Irradiação: empregado em pequenas áreas e relativamente planas. Consiste em se escolher um ponto de situação dominante de onde se possa avistar todos os pontos que melhor definem as linhas de divisa ou detalhes de interesse. É baseado na decomposição da área em triângulos, devendo, portanto, sempre medir dois lados e seu respectivo ângulo formado. É um processo de simples execução, com maior aplicação como auxiliar dos levantamentos por caminhamento. [4]

- Levantamento por Caminhamento: é o mais utilizado (para áreas grandes e acidentadas). O operador caminha sobre as linhas das divisas, instalando o aparelho nos pontos que melhor definem os detalhes planimétricos para medir distâncias e ângulos. É mais trabalhoso, porém mais preciso.

Os equipamentos mais utilizados nessas operações são o teodolito, o distanciômetro, o nível e, mais recentemente, a Estação Total. No escritório, os dados levantados são processados e analisados.

2.2. A Estação Total

A ET é um complemento do teodolito, chamada também de teodolito eletrônico, com mais funções e capaz de medições eletrônicas de ângulos e distâncias, com precisão de aproximadamente 1 milímetro.

O sistema da Estação Total (Figura 1) se baseia em emissões de raio laser que são refletidos pelo prisma de reflexão (Figura 2), voltando ao aparelho. Isso ocorre duas vezes e, então, o ponto é registrado, emitindo um sinal de confirmação.



Figura 1 – Estação Total. Fonte:

http://pt.wikipedia.org/wiki/Esta%C3%A7%C3%A3o_total

A manipulação da Estação Total requer conhecimentos prévios, pois são efetuadas leituras automáticas, não havendo necessidade de cálculos após o término do levantamento.



Figura 2 – Prisma de Reflexão. Fonte:

http://pt.wikipedia.org/wiki/Esta%C3%A7%C3%A3o_total

É um aparelho que processa cotas previamente estabelecidas pelo operador, fornecendo a cota inicial para que os demais dados sejam relacionados a este, seja ela uma cota conhecida do local, ou simplesmente de referência inicial para estudos posteriores. Assim, permite, também, além de distâncias e ângulos, a criação do perfil topográfico do local através da obtenção das cotas do terreno.

É capaz de armazenar muitos pontos, o que, fazendo-se manualmente, se gastaria um tempo enorme.

A questão do tempo é crucial, pois se pode executar um levantamento em pouco tempo, sem a necessidade de voltar no local em dias subsequentes para continuação da coleta de dados.

Além disso, também pode armazenar variados levantamentos, não necessitando ser de apenas um local ou trabalho, devido à sua grande capacidade de armazenamento de dados.

Os dados coletados podem ser diretamente enviados ao computador, através de software específico, podendo ser manipulado por, por exemplo, AutoCad, o mais utilizado, ou pode-se tomar nota em caderneta de campo. Um software pode executar desde o fechamento de um polígono até mesmo um desenho geométrico qualquer. [3]

Para se proceder os levantamentos, necessita-se de apenas dois operadores, um para executar o equipamento e outro para posicionar o prisma.

Também é capaz de armazenar muitos pontos, o que, fazendo-se manualmente, se ocuparia de um enorme tempo. A questão do tempo é crucial, pois se pode executar um levantamento em pouco tempo, sem a necessidade de voltar no local no dia ou dias subsequentes para continuação da coleta de dados, o que era mais comum em visitas a campo.

Os dados coletados podem ser diretamente enviados ao computador, através de seu software específico podendo esses, então, ser manipulados por, por exemplo, AutoCad, o mais utilizado pelos agrimensores, ou pode-se tomar nota em caderneta através do visor do mesmo. Os softwares podem executar desde o fechamento de um polígono ou até mesmo um desenho geométrico qualquer. [4]

A Estação Total, pode, ainda, ser associada a um GPS que combina essas duas tecnologias para fazer uso das vantagens de ambas (GPS - não necessita que os pontos a serem estudados estejam na linha de visão; Estação Total tradicional - medição de alta precisão especialmente no eixo vertical comparado ao GPS) e reduz as conseqüências das desvantagens de cada tecnologia (GPS - baixa precisão no eixo vertical e menor precisão sem longos períodos de ocupação; Estação Total - requer observações no campo de visão e deve ser feita sobre um ponto conhecido ou dentro do campo de visão de dois ou mais pontos conhecidos).

3. MATERIAL E TRATAMENTO METODOLÓGICO

A metodologia empregada neste trabalho foi a pesquisa em artigos e livros, principalmente os mais recentes, com os diversos usos da Estação Total.

Os equipamentos de medição da topografia, em constante evolução tecnológica, precisam ser cada

vez mais conhecidos pelos praticantes, engenheiros e estudantes de engenharia, a fim de serem utilizados em todo o seu potencial, evitando usos indevidos e propiciando levantamentos cada vez mais precisos e rápidos.

A pesquisa e o ensino de topografia na Engenharia Ambiental são recentes, além de terem prioridades voltadas para a avaliação de impactos ambientais. Assim, são exemplificados usos da Estação Total em projetos ambientais:

I. Bittencourt et al. (2004) realizou um estudo em uma pequena área de propriedade da Universidade Federal do Paraná, de aproximadamente 32 hectares, no município de São João do Triunfo, no Paraná, com o intuito de analisar a situação atual de um remanescente florestal com mata de Ombrófila Mista, ou seja, a famosa Araucária, mais conhecida como o pinheiro brasileiro.

O foco principal era na extinção de espécies vegetais de pequeno porte, como as pteridófitas, com a sua caracterização quantitativa e estrutura social, uma vez que as cormófitas, como é chamado esse grupo, são as primeiras a conquistarem o ambiente terrestre. Assim, um fragmento ao sofrer o efeito de borda, certamente fica mais frágil, apresentando heterogeneidade de aspecto em cada uma de suas porções.

Os vegetais predominantes de grande porte eram as Araucárias onde as de menor porte se fixam em busca de luz ou, se as condições ambientais são favoráveis, permanecem rentes ao solo. Assim, para o desenvolvimento das pesquisas, a área total foi dividida em pequenas áreas de 1 hectare cada e, dessas, 4 foram escolhidas para ser o alvo das análises. Dessas, ainda subdividiu-se em áreas de 10 x 10 m demarcadas com marcos de PVC.

Acabada a divisão da área, as árvores de interesse foram mapeadas em coordenadas UTM, referenciando-as através da Estação Total.

Concluiu-se, então, que onde havia ações antrópicas por práticas agrícolas, havia maior densidade de pteridófitas, e, onde a mata se encontrava mais “conservada”, predominavam as plântulas das espécies fanerógamas.

Portanto, não somente a Estação Total, para a identificação e alocação das árvores foi importante para o trabalho em questão, como também a topografia que, diretamente, possibilitou a divisão da área em parcelas para estudo.

Trabalhos similares que utilizam a ET para a localização de árvores ou outras espécies também são descritas por vários outros autores. As análises são diversas, tanto para a quantificação de uma determinada espécie em extinção, como para verificar a

densidade de existência, ou identificar um grupo de maior interesse econômico e até mesmo a devastação crescente.

O seu uso é facilitado e preferível por fornecer os dados em pontos caracterizados e facilmente manipulados por softwares, com a devida identificação, seja de cota ou mesmo a caracterização que o usuário deseja fazer.

II. Zamuner et al. (2002), em sua busca histórica sobre a construção do município de Maringá, no estado do Paraná. Comenta que ela foi feita mediante projetos aprovados, conforme a topografia da época, e de forma que oferecesse conforto à população, com vias mais rápidas dos bairros em direção ao centro, topografia favorável para diminuir a velocidade das águas de chuva para que não ocorressem enchentes, áreas marginais de preservação permanente para a manutenção da qualidade aquática, entre outros aspectos positivos para uma cidade bem planejada.

Porém, com a explosão demográfica e a rápida ocupação, muitas vezes em locais de alta fragilidade ambiental, foi inevitável que se ocorresse uma impermeabilização do solo e seu adensamento. Por consequência, inúmeros problemas sociais surgiram, mas principalmente e em destaque, os ambientais, acarretando um maior volume de escoamento superficial e assoreamento de rios e córregos, resultando em enchentes e danos aos solos com intensa erosão e criação de ravinas e voçorocas, pois o descarte das águas pluviais ocorriam de forma abrupta diretamente no solo.

O foco do trabalho foi a bacia hidrográfica do Córrego Cleópatra, com análise de fatores físicos e hidrológicos.

Foram feitas análises de água e estudadas cartas topográficas, plantas da drenagem urbana e os levantamentos planialtimétricos da bacia. Em campo, os levantamentos foram efetuados a fim de se elaborar uma carta das formas erosivas, existentes no interior do Bosque II do Parque Florestal dos Pioneiros, que identificasse as características mais expressivas do processo erosivo. Assim, foram coletadas as medidas geométricas (comprimento, largura e altura) com Estação Total. Feitos os levantamentos, pôde-se, então, criar o traçado do processo erosivo que permitiu concluir a evolução da erosão intensa devido aos usos indevidos antrópicos no local e ao desmatamento ilegal.

III. Braga e Souza Filho (2007) abordam um assunto de grande relevância ambiental ao pesquisar sobre o derramamento de óleo por navios petroleiros em suas rotas de transporte, que acabam

por atingir as praias causando grandes danos, principalmente na zona costeira norte do país.

O foco do trabalho era determinar os índices de sensibilidade ao derramamento em função da granulometria apresentada pelo solo e sua capacidade de autodepuração.

Conhecendo-se essas características, foi possível traçar perfis topográficos apoiados sobre bases de concreto, capazes de conter e impedir que esse produto chegasse até as zonas costeiras. Esses levantamentos foram feitos com Estação Total, a fim de que se considerassem os diferentes níveis da maré nas diferentes épocas do ano.

Um uso da Estação Total, considerado incomum por engenheiros, é em competições esportivas em toda a Europa e em jogos olímpicos (Atlanta 1996, Sydney 2000, Atenas 2004 e Pequim 2008); em resultados de medições de competições mundiais como as da Associação Internacional da Confederação de Esportistas (IAAF), Liga Mundial; em recentes jogos australianos e asiáticos, entre outros. [8]

A tecnologia de medição de comprimentos da Leica Geosystems é baseada em tecnologia de grande precisão de medição de distâncias e ângulos. Em apenas um ou dois segundos, o raio laser de alta precisão transmitido pela Estação Total pode fornecer, com precisão de um milímetro, a distância e a altura de um arremesso ou salto. Esta leitura é arredondada ao centímetro e transmitida aos espectadores dos estádios através de um painel de resultados.

1.2 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não foram encontrados registros de trabalhos similares sobre usos e aplicações da Estação Total, porém, é notável o uso do equipamento no projeto da maioria dos empreendimentos de Engenharia. Assim, a busca por melhorias no ensino de topografia, com o emprego de Estação Total nas aulas de campo, possibilita o contato direto do aluno com um equipamento de maior precisão que o teodolito.

O teodolito é a base da teoria aplicada, por exigir que os cálculos sejam feitos a partir da leitura dos ângulos e distâncias no aparelho e a anotação destes em caderneta de campo. Por outro lado, a Estação Total armazena os dados e os transfere ao programa de computador que, por sua vez, executa os cálculos sem a interferência do operador. Por ser um aparelho digital, possui uma seqüência lógica, sempre indicada em seu visor, que não exige que o usuário decore todo o processo.

Nota-se que muitos estudantes de Engenharia Ambiental não tiveram contato com a Estação Total, o que é um fator negativo, pois o mercado de trabalho exi-

ge dos profissionais um conhecimento amplo de topografia e seus equipamentos.

Em estudos de impactos ambientais, o levantamento topográfico possibilita o conhecimento do terreno; no setor de saneamento, tanto para a construção de estações de tratamento de água, de esgotamento sanitário, como das estruturas auxiliares, galerias de águas pluviais, rede de distribuição, rede adutora, coletor tronco e até mesmo para verificação da possibilidade de futuros projetos, se utilizam de medições; em mineração, por abranger grandes áreas, atingir várias camadas de solo e rocha, para se analisar perfis e verificar impactos decorrentes; em cursos d'água, para quantificar e analisar erosão, entre outros aspectos; em talvegues, determinando-se cortes e aterros; cadastramento rural de propriedades, com o auxílio de GPS; contaminação de solos e subsolos, conhecendo-se a área abrangida; se o relevo e inclinação do terreno é favorável a projetos ou se apresenta obstáculos, alocação de determinadas espécies para um diagnóstico ambiental, ou para levantamentos em áreas com risco de poluição. Enfim, uma gama enorme de situações não pode prescindir dos levantamentos topográficos.

Com uma breve citação dos estudos mostrados, visivelmente relacionados ao meio ambiente e não somente à construção civil, nota-se a grande importância dos levantamentos que podem ser realizados com a Estação Total. A topografia na Engenharia Ambiental deve ser considerada disciplina específica, trazendo consigo o ensino e aprendizagem do manuseio da Estação Total, em busca de benefícios tanto para o aperfeiçoamento do ensino no curso de Engenharia Ambiental, como mais praticidade para quando o futuro engenheiro se deparar com as necessidades do mercado de trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1] Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 13.133: *Execução de levantamento topográfico*. Rio de Janeiro, 1994.
- [2] Bittencourt, S.; Corte, A. P. D.; Sanquetta, C. R.; *Estrutura da Comunidade de Pteridophyta em uma Floresta Ombrófila Mista, Sul do Paraná, Brasil*. *Silva Lus.*, vol.12, no.2, p.243-254, 2004.
- [3] Borges, A. C.; *Topografia aplicada à Engenharia Civil*; Editora Edgar Blucher, São Paulo 1977.
- [4] Braga, F. P. S.; Souza Filho, P. W. M.; *Sedimentologia e Morfologia da Praia de Macromé de Ajuateua, Pará: Um Estudo Para Definição de Índices de Sensibilidade Ambiental ao Derramamento de Óleo*, 2007, Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2007.
- [5] Domingues, F. A. A. *Topografia e Astronomia de Posição para Engenheiros e Arquitetos*. Ed. McGraw-Hill do Brasil, São Paulo, 1979.
- [6] Garcia, G. J.; *Topografia Aplicada às Ciências Agrárias*; Editora Nobel S.A.; 3ª ed.; São Paulo; 1944.
- [7] Hagy R.D.; Villanova, G.L.; *Ciclo da Água e a Urbanização: Um Estudo do Meio (Microbacia de Drenagem do Córrego dos Campos) Com Alunos da Terceira Série do Ensino Médio*; In: I Simpósio de Pesquisa em Ensino e História de Ciências da Terra, 2007, Campinas. CD I Simposio de Pesquisa em Ensino e História de Ciências da Terra/III Simpósio Nacional "O Ensino de Geologia no Brasil", 2007. p. 119-124.
- [8] Leica Geosystems. www.leica.com/records. "Quando os recordes estão em jogo, cada milímetro conta: Estação Total Leica é utilizada em competições esportivas em toda a Europa". Acesso em 26/06/2006 às 14:30 h.
- [9] Parada, M. O.; *Elementos de Topografia – Manual Prático e Teórico de Medição e Demarcações de Terras*; Edição do Autor, Impresso por Nagy e Filhos Ltda Artes Gráficas; 2ªed; São Paulo; 1992.
- [10] Silveira, L. C. *Fundamentos de topografia*. Criciúma: Escola Brasileira de Agrimensura, Curso Técnico de Agrimensura a Distância, p.381-502, 2000.
- [11] Wikipedia; Estação Total e Teodolito, 2 fotografias, color.; Disponível em http://pt.wikipedia.org/wiki/Esta%C3%A7%C3%A3o_total; Acesso em 25 fev. 2009.
- [12] ZAMUNER, L. D.; NÓBREGA, M. T.; MARTONI, A. M.; *A Urbanização e o Desencadeamento de Processos Erosivos e Área de Preservação Ambiental na Cidade de Maringá, no Estado do Paraná; Acta Scientiarum. Technology*, v.24, n. 6, p. 1793-1800, 2002.