DARCY ARVERINO RODRIGUES

EVOLUÇÃO DOS EQUIPAMENTOS TOPOGRÁFICOS ALIADOS A QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Anhembi Morumbi no âmbito do Curso de Engenharia Civil com ênfase Ambiental.

SÃO PAULO
2003

DARCY ARVERINO RODRIGUES

EVOLUÇÃO DOS EQUIPAMENTOS TOPOGRÁFICOS ALIADOS A QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Anhembi Morumbi no âmbito do Curso de Engenharia Civil com ênfase Ambiental.

Orientador:
Prof.: Antonio Calafiori Neto

SÃO PAULO
2003

AGRADECIMENTOS

Em especial a um grande herói e companheiro “in memória”, por ter me dado essa chance de fazer uma faculdade, e me incentivar em todas as horas que precisei, meu Pai Antonio.

Obrigado aos meus familiares, esposa e filhos pelo grande apoio, paciência, amor e carinho, sem os quais não seria possível concluir este trabalho.

Há um grande ditado que diz: atrás de um grande Homem bem sucedido há sempre uma grande mulher, você merece esta homenagem minha esposa Cleonice.

Ao meu professor, amigo e orientador Antonio Calafiori Neto.

Aos meus grandes amigos com os quais compartilhei grande parte de minhas emoções e batalhas durante estes anos acadêmicos.

A todos aqueles que me atenderam cordialmente e que sem sua presença simplesmente seria impossível atingir minhas expectativas com a realização deste trabalho.

E de coração a Deus que me deu força e coragem para enfrentar todas as barreiras que o curso tem.

SUMÁRIO

RESUMO III

ABSTRACT IV

LISTA DE FIGURAS V

LISTA DE FOTOGRAFIAS VI

LISTA DE TABELAS VII

1 INTRODUÇÃO 1

2 OBJETIVOS 3

2.1 Objetivo Geral 3

2.2 Objetivo Específico 3

3 METODOLOGIA DO TRABALHO 4

4 JUSTIFICATIVA 5

5 EVOLUÇÃO DOS EQUIPAMENTOS TOPOGRÁFICOS 6

5.1 Os equipamentos na era moderna 6

5.2 A era da evolução dos equipamentos. 8

5.3 Aferição de prumo e medidas 9

5.4 GPS (Global Positioning System) 15

5.4.1 GPS (Global Positioning System), como funciona. 21
5.4.2 Precisão do GPS para Levantamentos Topográficos. 22

5.5 Teodolitos eletrônicos 27

5.6 Estação total eletrônica 29

5.7 Software para topografia 32

5.8 Cyrax 2500 Laser Scanner 33

5.9 Precisão dos equipamentos 35

5.10 Noções de um teodolito. 37

5.11 Raio infravermelho usado nos aparelhos. 39

5.12 Trena Eletrônica. 39

5.13 Equipamentos de uso para medição. 40

6 ESTUDO DE CASO 46

6.1 Uso da topografia em obra civil 46
6.1.1 Função da Topografia na Obra Civil 46
6.1.2 Topografia na Industria 46
6.1.3 Precisão da Topografia nas Estruturas 46
6.1.4 Definições do Uso da Topografia 46

6.2 Uso de uma Estação Total em obra Civil 48

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS 50

9. CONCLUSÕES 52

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 55

RESUMO

O homem, desde que começou a raciocinar a respeito de sua situação sobre a face da Terra, sempre tem sentido o desejo e a necessidade de conhecer, tanto no todo como nos detalhes, a conformação e grandeza dos elementos topográficos que o circula.

Neste trabalho veremos a importância da topografia em obra civil e suas finalidades.

A topografia existe em todas atividades da Engenharia que necessitam dela, como um meio e não como um fim.

Ninguém cursa Topografia apenas por cursar, e sim porque ela serve de meio para outras finalidades. Pode-se afirmar que ela é aplicada em todos os trabalhos de Engenharia Civil, em menor ou maior escala.

É utilizada em várias atividades das Engenharias Mecânica, Eletrotécnica, de Minas, e raramente em algumas atividades das Engenharias Química, Metalúrgica e Eletrônica.

A Topografia fornece um certo número de dados que serve, como providência final, para a confecção de uma figura representativa, em grandeza e posição.

ABSTRACT

The man, since whom he started to reason regarding its situation about the face of the Land, has always felt the desire and the necessity to know, as much in all as in the details, the conformation and largeness of the topographical elements that circulate it.

In this work we will see the importance of the topography in civil workmanship and its purposes.

The topography exists in all activities of Engineering that need it, as a way and not as an end.
Nobody attends a course Topography only for attending a course, and yes because it serves of way for other purposes. It can be affirmed that it is applied in all the works of Civil Engineering, in minor or greater scales.

Mechanics, Electrotechnical is used in some activities of Engineerings, of Mines, and rare in some activities of Engineerings Chemical, Metallurgic and Electronic.

The Topography supplies a certain number of data that serves, as final step, the confection of a representative figure, in largeness and position.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Constelação de satélites e sua distribuição na órbita.....19
Figura 2: Distribuição das estações de rastreamento no mundo.....20
Figura 3: Estação de rastreamento ou controle em que o satélite e o receptor interagem entre si.....21
Figura 4: Simulação de um processo com teodolito de trânsito e mira ínvar 37

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto 5.1: Teodolito de trânsito, teodolito ótico, teodolito eletrônico 7
Foto 5.1.1 Nível eletrônico Topcon DL-101 10
Foto 5.1.2 Nível eletrônico Topcon DL-102 10
Foto 5.1.3 Nível eletrônico Topcon AT-22A 11
Foto 5.2: Mira de código de barra 14
Foto 5.3: Régua graduada com código de barra 14
Foto 5.4: Dois modelos de nível digital de diferentes fabricantes, o primeiro é da Leica NA3000, o segundo é da SOKKIA SDL30 15
Foto 5.5: Receptor GPS 5800 RTK Rover 26
Foto 5.6: Teodolito DT-104 Digital, precisão e leitura de 10" à prova d'água (marca Topcon) 29
Foto 5.7: Estação total Leica 1100 30
Foto 5.8: Aparelho Cyrax 2500 Laser escanner 34
Foto 5.9: Processo de trabalho do Cyrax 2500 34
Foto 5.10: Teodolito Daido Ns14 38
Foto 5.11: Trena Eletrônica da marca Sokia e Leica. 40
Foto 5.12: Trena de fibra de vidro com ou sem envólucro. 41
Foto 5.13: Nível de cantoneira e baliza. 41
Foto 5.14: Bastão, prisma, tripé de alumínio. 42
Foto 5.15: Suporte de prisma, suporte de bastão (bipé e tripé) e suporte de prisma. 42
Foto 5.16: Régua metálica com detetor laser adaptado. 43
Foto 5.17: Nível WILD LNA10 e SOKKIA LP31 44
Foto 5.18: Coletora de dados TOPCON. 44
Foto 6.1: Foto da estação total GTS-229 na obra do Museu do Paraná 48

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1: Precisão dos GPS de Levantamentos e de Navegação. 25

1 INTRODUÇÃO

A topografia sofreu grandes avanços nos últimos anos, ela modernizou-se para acompanhar a evolução da Engenharia Civil.

Pode-se encontrar desde os primeiros aparelhos lançados até um GPS (Global Positioning System), Estação Total, nível eletrônico e mira com código de barra.

Com essa evolução quem tem a ganhar é a Engenharia Civil, pois a modernidade traz consigo a tecnologia, e a exatidão dos equipamentos para trabalhos realizados em campo.

A tecnologia veio para ajudar numa área onde a informação tem que ser exatas, pois medidas ou cálculos errados podem levar a perca do projeto e conseqüentemente perda de tempo, trazendo com isso prejuízos.

Precisamos da topografia, para realização de serviços e conhecimento da superfície, para construir estrada de ferro e de rodagem, pontes, túneis e campos de pouso para aviões; canalização de cursos d' água para obras de saneamento, ou aproveitamento das fontes de energia elétrica e das terras para agricultura, também para grandes empreendimentos, como shoppings, edifícios, hospitais e grandes conjuntos habitacionais.

A experiência mostra que é sempre conveniente proceder-se ao estudo prévio no papel, o qual, comprovado, será depois executado no terreno, portanto é imprescindível, conhecer perfeitamente a região ou área a ser utilizada, desde sua conformação periférica, o relevo ou irregularidades superficiais do solo, os cursos d' água, as construções já existentes e os espaços livres disponíveis.

Todos esses detalhes podem ser fielmente representados através da topografia de modo convencional, usando uma equipe em campo, depois trazendo esses dados para o escritório, calculando e, transportando para uma folha de papel.

Esses dados do levantamento topográfico, servirão para execução do projeto ou serviço, como locação da obra, nivelamento, corte e aterro e apoio numa correta implantação da obra ou serviço.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo desde trabalho é mostrar, o quanto a Engenharia Civil necessita da Topografia.

A construção civil de modo geral hoje necessita, em muito do apoio de uma topografia aplicada, pois é ela que desenvolve toda à frente de trabalho, para uma obra ou um empreendimento.

2.2 Objetivo Específico

O foco deste trabalho é descrever a evolução dos equipamentos topográficos, como ferramenta na qualidade da construção civil e apresentar os novos equipamentos de forma clara, nos avanços e qualidade.

3 METODOLOGIA DO TRABALHO

Esta pesquisa visa mostrar os equipamentos topográficos, sua evolução através dos tempos, as qualidades e precisão.

Também demonstrar como são utilizados para que serve, e como tirar proveitos de suas tecnologias.

Este trabalho mostrará que a modernidade dos aparelhos veio trazer a mudança nos equipamentos, com tecnologia de ponta, trazendo exatidão e ganho de tempo em obras.

O trabalho foi desenvolvido através de livros técnicos, revistas específicas e sites da internet, no qual foram extraídos conceitos básicos sobre o assunto, na busca das características dos equipamentos e evolução dos mesmos; entrevistas com profissionais, nas quais procurando levantar os pontos críticos e vantagens do uso dos equipamentos novos.

4 JUSTIFICATIVA

A topografia é à base de qualquer projeto e de qualquer obra realizada por engenheiros ou arquitetos. Por exemplo, os trabalhos de obras viárias, núcleos habitacionais, edifícios, aeroportos, hidrografia, usinas hidrelétricas, telecomunicações, sistemas de água e esgoto, planejamento, urbanismo, paisagismo, irrigação, drenagem, cultivo e reflorestamento.

Portanto através da topografia se tem o conhecimento detalhado do terreno, tanto na etapa do projeto, quanto da sua construção ou execução; a topografia fornece os métodos e os instrumentos que permitem este conhecimento do terreno e asseguram uma correta implantação da obra.

O estudo de novas técnicas, da topografia vem mostrar como os aparelhos modernos evoluíram, sendo uma ferramenta fundamental na construção civil.

A qualidade na construção civil aumentou em muito, pois erros que cometiam antigamente hoje não existe mais, salvo algumas obras que não usam da modernidade da topografia, pois como veremos neste trabalho, falaremos dos equipamentos modernos.

5 EVOLUÇÃO DOS EQUIPAMENTOS TOPOGRÁFICOS

5.1 Os equipamentos na era moderna

A modernidade chegou na topografia de forma rápida, seu avanço, veio para ajudar, pois é uma área onde a informação tem que ser exata.

Muitos projetos podem ser de grandes empreendimentos, que necessitam rapidez, assim a informação colhida em campo tem que ser detalhada, hoje tem muitos aparelhos que dão informação direta á uma coletora de dados inserida no aparelho topográfico, que podem ser descarregadas no computador, através de cabo serial.

Segundo Lélis Espartel (1960) o aperfeiçoamento nos aparelhos topográficos se deve primeiramente aos grandes engenheiros, que através de estudos inventaram a mecânica de precisão introduzida nos instrumentos topográficos, que são o suíço Henrique Wild, o geodesista italiano Ignazio Porro, Carl Zeiss, Pulfrich, Orel.

É um erro daqueles que julgam que a Topografia é uma simples aplicação da Geometria, pois cada vez mais se alarga o seu campo de ação e cresce a exigência e pratica profissional.

Com o passar dos anos muitos equipamentos surgiram, para ajudar a topografia, veremos neste trabalho o prismas, que é um jogo de espelhos que reflete os sinais de luz infravermelhos, estações totais, níveis eletrônicos, níveis digitais, estação total robótica, GPS (Global Positioning System).

Segundo Borges (1977), a utilidade da topografia na edificação, começa desde o levantamento planialtimétrico do terreno, como dado fundamental ao projeto e após o projeto estar pronto, faz sua locação e, durante a execução da obra, controla as prumadas, os níveis e alinhamentos.

Também a Topografia tem seu papel importante em Estrada e Barragens, no projeto de uma Estrada ela participa no reconhecimento e ajuda no anteprojeto, executa a linha de ensaio ou linha básica, e o traçado geométrico, executa a locação, projeta a terraplanagem, resolve o bota-fora, controla a execução e pavimentação e tem um papel importante para, corrigir futuras falhas nos traçados, e curvas mal traçadas com super elevação.

Em barragens também executa os levantamentos planialtimétrico, loca a obra e determina os contornos da área inundada, acompanha a execução sempre nos problemas de prumadas, níveis e alinhamentos.

Também segundo Borges (1977), a topografia é utilizada em trabalhos de saneamento, água, esgoto, construções de pontes, viadutos, túneis, etc.

Dentro desse contexto entre os autores citados Lélis Espartel (1960) e Borges (1977), eles ensinam os métodos de trabalhos nos aparelhos da época, os meios de cálculos das medições, como corrigir erros nas medidas, mostram os equipamentos seus componentes, como fazer a verificação e retificação de um aparelho teodolito, também ensinam os métodos de levantamento planimétrico.

A foto a seguir ilustra três gerações de teodolitos: o trânsito (mecânico e leitura externa); o ótico (prismático e com leitura interna); e o eletrônico (leitura digital).



Foto 5.1: Teodolito de trânsito, teodolito ótico, teodolito eletrônico

5.2 A era da evolução dos equipamentos.

Procuraremos retratar os instrumentos de última geração na maneira com que eles foram entrando no mercado de trabalho Topográfico.

Nos anos 70, chegaram ao mercado os famosos Distanciômetros Eletrônicos 112 e, posteriormente o 119. Não havia mais necessidade de medir pelo processo de trena, nem a leitura da mira falante (taqueometria).

O processo era simples e com uma precisão milimétrica.

O Distanciômetro é um instrumento eletrônico acoplado ao teodolito é alimentado por uma bateria. O operador mirava um prisma refratário no ponto topográfico e disparava o raio laser infravermelho do instrumento que retornava ao mesmo com a velocidade da luz (297.600 K/S), registrando, assim, à distância percorrida com uma precisão de três casas decimais.

Mas também tinha suas inconveniências, a bateria que alimentava o Distanciômetro pesava mais de quarenta quilos e precisava de um veículo para transportá-lo, em trabalho de picadas era impossível ingressar com veículos, o aparelho, então era transportado sobre o lombo de animais ou nas costas de um operário, e sua autonomia de carga era somente para um dia de trabalho, então precisava de um conjunto gerador para recarregá-lo periodicamente.

Estes instrumentos ficaram pouco tempo no mercado, sendo substituídos pelos DKM 2.000 e DKM 5.000, DC 4 e outros mais de várias firmas suíças, japonesas, alemãs e outras nacionalidades, pois os mesmos tinham ótima aceitação, eram mais precisos e tinha baterias com maior autonomia de trabalhos.

5.3 Aferição de prumo e medidas.

A NBR 9062/01 determina que a tolerância máxima na fachada deve ser de 1/300 da altura do edifício ou 2,5 cm de desaprumo (revista Téchne 77 pag. 52, 2003. Controle Dimensional, Aferição de Prumos e Medidas).

Os instrumentos de medição e aferição são uma boa garantia para evitar erros, o topógrafo loca os pontos na edificação com o teodolito monta o gabarito, confere a marcação e pode acompanhar a marcação da obra.

O nível a laser, hoje é mais usado em construção, pois quando o equipamento é completo ele afere prumo, nível, alinhamento e esquadro.

Há outros equipamentos que são utilizados para nivelamento de terrenos ou lajes.

Os níveis podem ser de raio infravermelho ou feixe luminoso que é captado pelo receptor, gera um plano perfeitamente horizontal, ou de leitura óptico através de miras graduadas.

Os níveis substituem as mangueiras de níveis e os fios de prumo, que eram métodos antigos que demandava mais tempo da mão-de-obra, hoje o servente leva algum tempo até aprender a fazer as medições, mas depois não quer voltar ao fio de prumo.

Estes níveis são ágeis nas marcações ganhando com isso economia de tempo nas obras.



Foto 5.1. 1 Nível eletrônico Topcon DL-101

Característica do aparelho

Nível Eletrônico TOPCON DL-101, com Leitura por Código de Barras, Precisão de 0,4mm p/ KM duplo de Nivelamento com Mira Invar, com Programa Interno para Nivelamento e Memória Interna para 2.400 pontos, Teclado Alfanumérico, Aumento da Luneta de 32 vezes, Software para Cálculos e Ajustes de Nivelamento.



Foto 5.1. 2: Nível eletrônico Topcon DL-102

Característica do aparelho

Nível Eletrônico TOPCON DL-102, com Leitura por Código de Barras, Precisão de 0,7mm p/ KM duplo nivelamento com Mira Invar, com Programas Internos para Nivelamento e Memória Interna para 2.400 pontos, Teclado Alfanumérico, Aumento da Luneta de 30 vezes, Software para Cálculos e Ajustes de Nivelamento.



Foto 5.1.3: Nível eletrônico Topcon AT-22A

Característica do aparelho
Nível Automático TOPCON AT-22A, com Precisão de 2,5mm p/ KM duplo de Nivelamento, Imagem Direta com Compensador, Acondicionado em Estojo, Aumento de 22 vezes.

Segundo Mário de Oliveira Parada (1968), no serviço de nivelamento geométrico simples não é possível conhecerem-se os erros cometidos, deduzindo-os pelo cálculo, pois informação colhida em campo errada, se torna difícil para a pessoa que faz os cálculos pois ela não conhece o terreno, mas podem ser corrigidos e revisados.

Existem dois grandes ramos de erros que são:

1. Erros sistemáticos
2. Erros acidentais

E ainda existe erros instrumentais e pessoais.

A definição dos erros sistemáticos, é, que podem ser constantes ou variáveis, são sempre da mesma natureza, isto é positivo ou negativo, podem ser erros da trena cujo comprimento pode ser defeituoso por construção, ou bolha de um nível desretificado ou a excentricidade do círculo.

Erros acidentais são erros que não ocorrem com igualdades de valores, como por exemplo podemos citar a ação do vento, agindo nos prumos das balizas e nos instrumentos, leituras de aparelhos e mira errado.

Os erros sistemáticos se acumulam porque tem sempre o mesmo sentido. Os acidentais tendem-se a anular porque são gerados ora em um sentido, ora em sentido contrário.

Uma observação a olho nu, comparando as alturas dos pontos mais próximos entre si, poderá evidenciar um engano grosseiro, mas nunca um erro sistemático ou pessoal, poderá ser constatado deslocando-se o instrumento e instalando-o novamente, de forma a variar a altura Zi, (que é a altura que sempre indicará a distância vertical, do centro ótico do instrumento ao plano de referência).

Em alguns casos repetem todas as operações, se forem notadas pequenas diferenças com os primeiros resultados, um ou dois milímetros em cada ponto, pode-se desprezar; para maior rigor, entretanto, pode-se tomar a média aritmética dos dois resultados.

Na topografia não se admite nunca observações a olho nu.

Para se evitar tais erros pessoais hoje temos miras com níveis esféricos, níveis de cantoneiras, no caso do vento ele dificulta o trabalho de quem segura a mira, e também produz desvios nas bolhas, tornado às vezes, impossível a operação.

Neste caso deve-se aguardar momentos de calma para fazer a leitura.

Hoje existe níveis que fazem leitura em miras com códigos de barras, onde as informações são armazenadas em disquete e depois transferidas para o computador.

Tem que se tomar alguns cuidados prudentes em relação a níveis, abaixo alguns dos itens:

1. não deixe o instrumento exposto ao sol, enquanto efetua os cálculos.
2. não se apóie nas hastes do tripé ao operar.
3. não estacione seu instrumento no meio de estradas ou em passagens obrigatórias.
4. certifique-se que o instrumento está bem fixo ao tripé.
5. acomode o instrumento no estojo ao usar uma embarcação fluvial ou em lugares íngremes.
6. designe um único ajudante, para seu porta-instrumentos e previna-o dos possíveis acidentes.
7. não segure o instrumento pela luneta, nem com as pontas dos dedos.
8. não permita que as pessoas leigas se divirtam com seu instrumento.
9. antes de movimentar o instrumento, solte o parafuso fixador de tal movimento.
10. após uma chuva ou umidade inevitáveis, enxugue o aparelho com calor brando.
11. use um tecido absorvente para envolver seu instrumento dentro do estojo, quando não tiver silica-gell.
12. limpe o aparelho periodicamente com uma escova e depois lave os eixos com benzina ou gasolina pura.
13. não lubrifique os calantes com óleo algum devido à película que se formará.
14. não deixe a caixa do instrumento aberta com ele dentro.

A seguir tem uma foto de uma mira com código de barra.



Foto 5.2: Mira de código de barra

Nível digital é um nível para medição e registro automático de distancias horizontais e verticais ou diferenças de nível, portanto não mede ângulos.

O nível digital tem um funcionamento baseado, no processo digital de leitura, ou seja, num sistema eletrônico de varredura e interpretação de padrões codificados, para a determinação das distâncias o aparelho deve ser apontado e focalizado sobre uma régua graduada cujas divisões estão impressas em código de barras (escala binária), como mostra a figura seguir.



Foto 5.3: Régua graduada com código de barra

Este tipo de régua, pode ser de alumínio, metal ìnvar ou fibra de vidro, é resistente à umidade e bastante precisa quanto à divisão da graduação.

Os valores medidos podem ser armazenados internamente pelo próprio equipamento ou em coletores de dados. Estes dados podem ser transmitidos para um computador através de uma interface RS 232 padrão.

O alcance dos aparelhos digitais depende do modelo utilizado, da régua e das condições ambientais (luz, calor, vibrações, sombra, etc.), funciona com bateria específica, porém, recarregável.

É utilizado essencialmente em nivelamento convencionais e na construção civil.

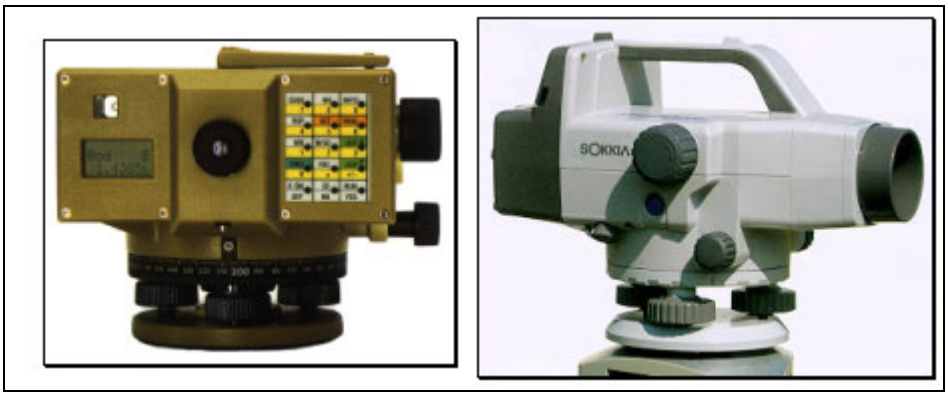


Foto 5.4: Dois modelos de nível digital de diferentes fabricantes, o primeiro é da Leica NA3000, o segundo é da SOKKIA SDL30

5.4 GPS (Global Positioning System)

O primeiro satélite GPS foi lançado em fevereiro de 1978 e todos eles funcionam através de painéis solares, transmitindo informações em três freqüências distintas.

A freqüência rastreada pelos receptores GPS civis é conhecida como “L1” e é da ordem de 1575,42 MHz.

Cada satélite tem uma vida útil de 10 anos e o programa americano prevê a constante substituição dos mesmos até o ano de 2006.

GPS (Global Positioning System) é a abreviatura de NAVSTAR GPS (NAVSTAR GPS-NAVigation System with Time And Ranging Global Positioning System). É um sistema de radionavegação baseado em satélites desenvolvido e controlado pelo departamento de defesa dos Estados Unidos da América (U.S.DoD) que permite a qualquer utilizador saber a sua localização, velocidade e tempo, 24 horas por dia, sob quaisquer condições atmosféricas e em qualquer ponto do globo terrestre.

A primeira constelação de satélites artificiais lançados com a finalidade especifica para geoposicionamento, pôr ondas eletromagnéticas, emitidas pêlo satélite, foi o sistema NNSS/TRANSIT (Navy Navigation Satellite System).

Esse sistema, originariamente idealizado para localização e navegação de aeronaves americanas, foi amplamente utilizado para aplicações geodésicas no mundo inteiro. Era compostos pôr 8 satélites ativos e órbitas polares elípticas (quase circulares), com uma altitude média de 1.100 KM. Esse sistema foi predecessor imediato do GPS. De fato, ficou ativo até o meados de 1993.

O sistema, como um todo possuía dois grandes problemas:

1º)- não provia cobertura mundial total;
2º)- havia um lapso considerável entre as passagens sucessivas de satélites para um mesmo ponto na Terra.

Com efeito, para se obter uma posição apurada, necessitava-se de dois a três dias estacionado num mesmo ponto, para a obtenção das coordenadas deste ponto com um desvio padrão de 10 a 3 metros para posições isoladas e de cerca de 1 metro, usando a técnica de translocação.

O sistema NAVSTAR/GPS foi desenvolvido para substituir o sistema TRANSIT.

As aplicações GPS para topografia de agrimensura exigem precisões maiores que a oferecida pelo GPS de navegação, para delimitar os contornos de propriedades rurais ou urbanas.

Assim, pode-se enquadrar as aplicações deste grupo como sendo Posicionamento Diferencial.

As características do GPS diferencial são:

Funções de cálculos de distância pôr coordenadas conhecidas; funções de cálculo pôr distância e azimute de pontos futuros; utilização de dois ou mais receptores simultâneos e independentes; se for utilizado em tempo real, existe a necessidade da ligação rádio entre os rastreadores; se for utilizado o pós-processamento, existe a necessidade do software de correção diferencial, instalado em microcomputador associado; precisões de 5 a 0,5 metros; capacidade de armazenamento de dados, corrigidos diferencialmente, ou dados brutos para pós-processamento; obtenção de dados topológicos para identificação da feição coletada.

O GPS tem às precisões amplamente afetadas em levantamentos topográficos, nas regiões encobertas no caso de matas fechada e beira de rios, edifícios ou em áreas urbanas muito densas, em túneis, minas e embaixo d'água, a precisão deixa a desejar, pois são necessários 28 a 30 metros de aberturas para serem rasteado no mínimo 4 quatro satélites para se ter uma precisão de 1mm a 1cm, só que os aparelhos independe das condições atmosféricas.

O GPS não é um equipamento utilizado na medida de ângulos e ou de distâncias, porém, é muito empregado atualmente em serviços de topografia e Geodésia, pois possibilita a localização espacial de um ponto no terreno em tempo real.

Esta localização espacial do ponto inclui a sua determinação através de coordenadas planas UTM (E, N) , valores de abcissa (E) e ordenada (N) ou através de coordenadas Geográficas (Ö, ë), latitude (Ö) e longitude (ë) além da altura ou altitude geométrica (h).

O sistema GPS foi originalmente idealizado pelo Departamento de Defesa (DOD) dos Estados Unidos da América e, embora esteja sendo utilizado por milhares de civis em todo o mundo, é operado exclusivamente pelos militares americanos.

O sistema espacial do GPS é composto de 24 satélites artificiais
(21 operacionais e 3 reservas) que orbitam ao redor da Terra distribuídos em 6 planos orbitais (4 satélites por plano), espaçados de 60° e inclinados, em relação ao plano do Equador de 55°.

Cada satélite completa uma órbita ao redor da Terra em aproximadamente 12 horas, a uma altitude de 20.200 km, esta distribuição e cobertura permite que um observador localizado em qualquer ponto ou superfície terrestre tenha sempre, disponível entre 5 a 8 satélites visíveis para determinação da sua posição.

O GPS tem três componentes:

- SISTEMA ESPACIAL
- SISTEMA DE CONTROLE
- SISTEMA DO USUÁRIO

O **sistema espacial** é constituída por uma constelação de 24 satélites em órbita terrestre aproximadamente a 20200 km com um período de 12h siderais e distribuídos por 6 planos orbitais.
Estes planos estão separados entre si por cerca de 60º em longitude e têm inclinações próximas dos 55º em relação ao plano equatorial terrestre.

Foi concebida por forma a que existam no mínimo 4 satélites visíveis acima do horizonte em qualquer ponto da superfície e em qualquer altura.

O **sistema de controle** é constituída por 5 estações de rastreio distribuídas ao longo do globo e uma estação de controle principal (MCS- Master Control Station). Este componente rastreia os satélites, atualiza as suas posições orbitais e calibra e sincroniza os seus relógios.

Outra função importante é determinar as órbitas de cada satélite e prever a sua trajetória nas 24h seguintes.

Esta informação é enviada para cada satélite para depois ser transmitida por este, informando o receptor do local onde é possível encontrar o satélite.

O **sistema do usuário** inclui todos aqueles que usam um receptor GPS para receber e converter o sinal GPS em posição, velocidade e tempo.

Inclui ainda todos elementos necessários neste processo como as antenas e software de processamento.



Figura 1: Constelação de satélites e sua distribuição na órbita

O controle de rastreamento espalhado pelo mundo tem a função de computar os dados orbitais e corrigir o relógio de cada satélite.



Figura 2: Distribuição das estações de rastreamento no mundo

O sistema do usuário consiste de cada satélite emite uma mensagem que, a grosso modo, significa: “Eu sou o satélite X, minha posição atual é Y e esta mensagem foi enviada no tempo Z”.

Os receptores GPS estacionados sobre a superfície terrestre recebem estas mensagens e, em função da diferença de tempo entre a emissão e a recepção das mesmas calcula as distâncias de cada satélite em relação aos receptores.

Desta forma é possível determinar, com um mínimo de três satélites, a posição 2D (E, N ou Ö, ë) dos receptores GPS. Com quatro ou mais satélites, também é possível determinar a altitude geométrica (h), ou seja, a sua posição 3D.
Se a atualização da posição dos receptores GPS é continua, é possível determinar a sua velocidade de deslocamento e sua posição.
Brandalize, M.C.B. Apostila de Topografia. PUC/PR. Disponível em http//www.procivil.hpg.ig.com.br. Acesso em: 31 de março de 2003.

Além do posicionamento, os receptores GPS são também muito utilizados na navegação (aviões, barcos, veículos terrestres e pedestres).

A precisão alcançada na determinação da posição depende do receptor GPS utilizado, bem como, do método empregado (Estático, Dinâmico, etc.).

O custo de um levantamento utilizando receptores GPS é diretamente proporcional à precisão requerida, assim receptores de baixo custo (• U$500,00) proporcionam precisão de 100m a 150m, enquanto receptores de alto custo (• U$40.000,00) proporcionam precisão de 1mm a 1cm.
Brandalize, M.C.B. Apostila de Topografia. PUC/PR. Disponível em http//www.procivil.hpg.ig.com.br. Acesso em: 31 de março de 2003.

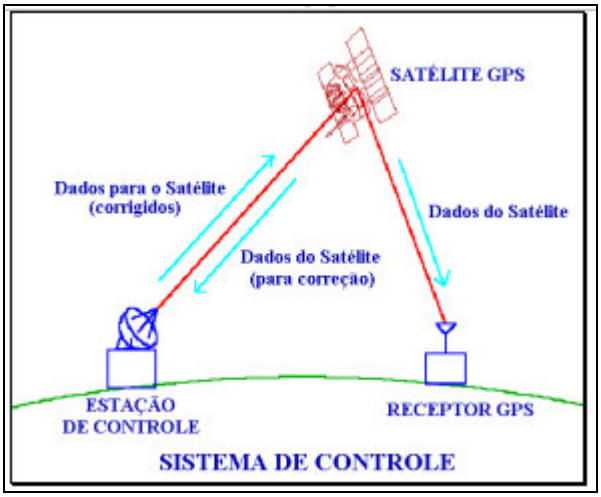


Figura 3: Estação de rastreamento ou controle em que o satélite e o receptor interagem entre si

5.4.1 GPS (Global Positioning System), como funciona.

Os fundamentos básicos do GPS baseiam-se na determinação da distância entre um ponto, o receptor, a outros de referência, os satélites.
Sabendo a distância que nos separa de 3 pontos podemos determinar a nossa posição relativa a esses mesmos 3 pontos através da interseção de 3 circunferências cujos raios são as distancias medidas entre o receptor e os satélites.

Na realidade são necessários no mínimo 4 satélites para determinar a nossa posição corretamente.

Cada satélite transmite um sinal que é recebido pelo receptor, este por sua vez mede o tempo que os sinais demoram a chegar até ele.

Multiplicando o tempo medido pela velocidade do sinal (a velocidade da luz), obtemos a distância receptor-satélite, (Distancia= Velocidade x Tempo).

No entanto o posicionamento com auxilio de satélites não é assim tão simples. Obter a medição precisa da distância não é tarefa fácil.

A distância pode ser determinada através dos códigos modulados na onda enviada pelo satélite (códigos C/A e P), ou pela integração da fase de batimento da onda portadora.

Os avanços tecnológicos da informática e da eletrotecnia vieram revolucionar o modo de praticar topografia. Primeiro com ao aparecimento dos instrumentos eletrônicos de medição de distâncias (EDM), e agora mais recentemente com os receptores GPS.

O GPS é pouco utilizado na topografia em circunstância de preço, e por ser limitado, pois não fornece ângulos e nem distância.

A sua precisão milimétrica permite utilizá-lo para determinar a localização espacial de um ponto no terreno em tempo real, efetuar levantamentos, coordenar pontos, e distâncias através de coordenadas colhidas com o aparelho etc.

5.4.2 Precisão do GPS para Levantamentos Topográficos.

Os ditos receptores GPS de levantamento são equipamentos que diferem em pontos importantes dos receptores voltados à navegação que é também chamado de recreacionais. Uma das principais diferenças está no registro das observações de Satélites, os aparelhos de levantamento armazenam estas observações na sua forma bruta, para posterior processamento , os de

navegação não fazem este registro pois não necessitam destes dados para guiar posições precisas.

Uma das qualidades dos GPS de levantamento, são as definições de filtros de qualidade dos dados registrados que podem ser configuradas nos receptores de levantamento.

Os filtros servem para restringir resultados indesejados (coordenadas imprecisas). Estes filtros podem ser basicamente de 4 tipos:

-Filtro de qualidade posicional (Dilution of Precision-DOP)
-Filtro de elevação ou máscara de elevação;
-Filtro de mínimo de Satélite
-Filtro de intensidade de sinal.

No mercado de serviços de levantamentos topográficos, desde o meados de 2001, começamos a observar uma ocasional troca do profissional da agrimensura, equipado com aparelhos ópticos eletrônicos e técnicas de poligonação, por pessoas muitas vezes parcialmente qualificadas, mas com um receptor GPS de navegação (que podem ser adquiridos por pouco mais de duzentos dólares).

O GPS tem uma técnica de "Cálculo de área revolucionária, com o registro de percusão, ou de pontos de uma propriedade rural em um aparelho GPS recreacional, é possível fazer a estimativa de área, com uma indeterminada tolerância e também com margem de erro desconhecida para cada ponto coletado".

Em geral o que se sabe é que quanto maior a área menor o erro percentual.

Outros problemas, por muitos apurados são que os GPS operam apenas com coordenadas cartográficas e não topográficas, ocupacionando cálculos

de distância e de áreas sobre uma projeção Universal Transversa de Mercator – UTM – na maioria das vezes.
Assuntos de Topografia. Disponível em:
http//www.engenhariaecia.hpg.ig.com.br. Acesso em: 07 de setembro de 2003.

Trabalhos chamados topográficos por seu executor quando executado com receptores GPS de navegação podem e devem ser sempre colocados em dúvida, em função do desconhecimento da precisão posicional em cada leitura, existem diversas técnicas de levantamentos e processamento que podem ser aplicadas aos trabalhos com receptores GPS de levantamentos, oferecendo precisões como, por exemplo, 5mm + 1ppm (5mm mais uma parte por milhão em distância) nos receptores geodésicos.

A capacidade de permitir o georeferenciamento através de estações base GPS de rastreamento contínuo é o grande atrativo dos aparelhos de levantamento poupando a ocupação em posição referenciada e criando o conceito de “equipe de um homem só”, uma vez que o topógrafo opera sozinho seu instrumento de levantamento topográfico, em qualquer horário do dia, obtendo os dados da estação base pela internet para o processamento diferencial.

A questão da precisão posicional só é efetivamente resolvida com o uso da técnica correta de processamento, sendo completamente desaconselhado o uso de receptores de navegação, que não permitem correção diferencial, onde se necessita garantir exatidão compatível com cartografia ou topografia.

A tabela a seguir mostra as principais diferenças entre os aparelhos das duas modalidades.

Tabela 5.1: Precisão dos GPS de Levantamentos e de Navegação.

Diferenças entre os tipos de receptores GPS		
Recurso	**Levantamento**	**Navegação**
Registro de observações de satélite	Sim	Não
Registro de coordenadas	Sim	Sim
Filtro DOP	Sim	Não
Filtro de elevação	Sim	Não
Mínimo de satélites	Sim	Não
Precisão em posição	Conhecida	Desconhecida
Precisão em distâncias	Conhecida	Desconhecida
Processo diferencial	Sim	Não
Cálculo de área	Sim	Sim
Exportação de dados	Sim	Sim
Preço (U$)	A partir de 6500	A partir de 250

A precisão esperada de um GPS de levantamento (geodésico) é:

- Horizontal 5mm + 1ppm (5 milímetros mais uma parte por milhão em distâncias).
- Vertical 10mm + 2ppm (10 milímetros mais duas parte por milhão em distâncias).

A precisão em tempo real é:

- Horizontal < 3 metros com WAAS e antena externa.
- Horizontal 5 metros com WAAS e antena interna.



Foto 5.5: Receptor GPS 5800 RTK Rover

Característica do receptor RTK 5800 Rover

Receptor GPS de alta performance de produtividade, praticidade e precisão. Primeiro receptor GPS do mundo totalmente integrado e operação sem a utilização de cabos através da tecnologia Bluetooth, que permite a comunicação e a transmissão de dados em alta velocidade sem cabos. Com 24 canais paralelos e capacidade de rastreio de sinais L1/L2, WASS e EGNOS. Precisão horizontal em RTK superior à 10mm + 1ppm e em pós-processado de melhor que 5mm + 1 ppm. Capaz de realizar levantamentos, locações e cálculos em tempo real, reduzindo horas de escritórios.

Extremamente robusto com baixo consumo de energia e fácil operação. Ideal para aplicações de alta precisão e regime de condições severas de uso. Peso

total do conjunto com bastão e coletor de apenas 3,5 Kls. Trabalha com os coletores ACU ou TSCE.
Disponível em: http://www.santiagoecintra.com.br Acesso em 25 de abril de 2003.

5.5 Teodolitos eletrônicos

O impacto da microeletrônica nos teodolitos concentra-se quase que exclusivamente no sistema de leitura dos círculos graduados e no sistema do sensor eletrônico que compensa automaticamente a inclinação do equipamento, levando-o à horizontal.

Como é algo praticamente inexistente na leitura técnica nacional, descrevemos esse sistema com alguns detalhes, pensando naquele que não se contentam com uma "topografia de caixa-preta" ou do "apertou, usou".

O teodolito eletrônico é uma evolução da topografia que veio ajudar o topógrafo, mas isso não da á condição de um topógrafo deixar se levar pelo modernismo , pois precisa ter noções da topografia para entender os princípios básicos do aparelho.

Teodolito eletrônico é um dispositivo com ótica de alto rendimento, mecânica de precisão, facilidade de utilização e altíssima confiabilidade, normalmente faz parte de um sistema modular que permite adaptar outros equipamentos de medição (distanciômetro ou trena eletrônica), que se adeqüem às suas novas necessidade a um custo reduzido.

Em seu visor de cristal líquido (LCD) aparece toda a informação da visada em que o técnico realizou, angulo vertical e horizontal e aparecem em forma digital. Tem um teclado de funções e símbolos específicos que têm por finalidade guiar o operador durante o levantamento.

O teclado, bem como o equipamento, são relativamente resistentes a intempéries, alguns fabricantes já disponibilizam teodolitos à prova d' água, funcionam com bateria específica, porém recarregável, sua luneta tem uma magnitude (focal) que varia de 26X a 30X.

Os principais componentes físicos de um sistema de medição eletrônica são dois,um círculo de cristal com regiões claras e escuras (transparentes e opacas) codificadas através de um processo de fotolitografia, e fotodiodos detectores da luz que atravessam esse círculo graduado.

Existem basicamente dois princípios de codificação e medição, o absoluto que fornece um valor angular para cada posição do círculo, e o incremental que fornece o valor com relação a uma origem, isto é, quando se girou o teodolito a partir de uma posição inicial.

Para entender o princípio de funcionamento podemos pensar, de maneira simplificada, num círculo de vidro com uma série de traços opacos igualmente espaçados e com espessura igual a este espaçamento.

Colocando uma fonte de luz de um lado do círculo e um fotodetector do outro, é possível "contar" o número de pulsos "claro/escuro" que ocorrem quando o teodolito é girado, de uma posição a outra, para medir um ângulo. Esse número de pulso pode ser então convertido e mostrado de forma digital em um visor.

Estes equipamentos podem ser utilizados em trabalhos de engenharia que envolva medição de deformações em grandes obras (barragens, hidrelétricas, pontes, estruturas metálicas, etc.), medição industrial, exploração de minérios, em levantamentos topográficos e geodésicos.



Foto 5.6: Teodolito DT-104 Digital, precisão e leitura de 10" à prova d'água (marca Topcom).

5.6 Estação total eletrônica

As Estações Totais Eletrônicas vieram para revolucionar a Topografia, e simplificar os trabalhos de campo e escritório.

A Estação Total nada mais é que um Distânciometro acoplado com um Teodolito Eletrônico, equipado com cartões magnéticos ou coletores de dados eliminando as tradicionais cadernetas de campo, e um microprocessador que automaticamente monitora o estado de operação do instrumento.

Com as medidas obtidas com o levantamento podem ser registradas em cadernetas de campo convencionais, através de coletores de dados, ou, como no caso dos equipamentos mais modernos, através de módulos específicos (tipo cartão PCMCIA) incorporados ao próprio aparelho.

O coletor de dados é normalmente um dispositivo externo que pode ser (uma maquina de calcular), conectado ao aparelho através de um cabo e capaz de realizar as etapas de fechamento e ajustamento do levantamento, esses dados da coletora de dados, podem ser transferidos diretamente ao computador que processa os dados e registra, os quais podem ir diretamente ao Plotter onde os mapas serão impressos.

As equipes de campo passam de cinco operários para três, tornando os trabalhos mais barato, limpos e precisos. Apesar de serem instrumentos caros, se tornam viáveis em função das grandes vantagens que eles nos oferecem.



Foto 5.7: Estação total Leica 1100

Esta foto é a estação total leica TPS 1100, ela oferece ao usuário várias vantagens.

Distanciômetro de alta perfomace, movimento ilimitado para os parafusos de chamada, controle de brilho do Prumo a laser, dados armazenados removíveis através de cartões padrão PCMCIA PC, tem fácil entrada de dados em dois painéis de LCD de alto contraste, memória com maior capacidade, tecla ativar de fácil utilização, compensador nos dois eixos, e ainda modo de medição opcional, sem prisma.

E ainda o aparelho conta com:

- ϖ Precisão angular de 1,5";
- ϖ Medição de distância 2mm + 2ppm;

- ϖ Tempo de distância 1” s;
- ϖ Faixa de alcance 3 km (prisma circular), 1,50 km (prisma de 360º graus);
- ϖ Programas internos: Orientation and height transfer, resection, Tie-distance, Stakeout;
- ϖ Gravação PCMCIA SRAM/FLASH, Interface RS232 para conexão interna;
- ϖ Aumento de 30x;
- ϖ Prumo ótico 2x Laser localizado na alidade, regulagem de intensidade, precisão + 0,8mm at 1,5 m.
- ϖ As estações são relativamente resistentes a intempéries e alguns fabricantes dispõem de modelos à prova d’água, funciona com bateria específica, porém, recarregável.

A estação total é capaz de medir ângulos horizontais e verticais (teodolito), e as distancias horizontais, verticais e inclinadas (distanciômetros), além de poder processar e mostrar ao operador uma série de outras informações tais como: condições de nivelamento do aparelho, número do ponto medido, as coordenadas UTM e geográficas e a altitude do ponto, a altura do aparelho, a altura do bastão.

As estações são leve, compacta e robusta, pois consegue trabalhar durante 16 horas ou 27 horas dependendo do carregamento da bateria.

Muitas das estações consegue trabalhar sem o prisma, com o prisma seu alcance pode atingir 5 km.

Estações da marca Leica permite medir sem prisma em lugares dificieis, tais como canto de edificações, objetos em posições elevadas, que geralmente são inacessíveis mesmo com a utilizações de bastões longos, fachadas e perfis.

As estações da marca Leica possuem um sistema de prumo laser.

5.7 Software para topografia

Hoje á vários softwares para a topografia mas o comum, e bem aceito no mercado é o sistema topoGraPH

O Sistema topoGRAPH é um software para processamento de dados topográficos, cálculos de volumes de terraplenagem, projetos viários e elaboração de notas de serviço. Destinado às diversas áreas da engenharia e construção que se utilizam uma base topográfica no desenvolvimento de seus trabalhos, como Edificações, Loteamento, Regularização Fundiária, Reflorestamento, Irrigação, Mineração, Estradas, Barragens, etc.

Desenvolvido com base na experiência real de campo, o Sistema topoGRAPH aumenta a produtividade dos profissionais da área. É fácil de usar, pois utiliza a interface gráfica do Windows e respeita a seqüência natural de trabalho dos profissionais. Com simples clique do mouse, todo o processo de trabalho, do cálculo das poligonais ao desenho final, é feito de maneira rápida e intuitiva.

- ele faz cálculos topográficos e UTM;
- no fundiário ele faz parcelamento e elaboração de memoriais descritivos;
- desenhos, visualização e edição de plantas e perfis;
- curva de nível, interpolação automática de curvas de nível;
- perfis, gerações de seções transversais e cálculo de volumes;
- MDT/3D, modelagem digital do terreno;
- seções-tipos, cálculos de projetos com seções-tipos inteligentes;
- vias, definição de traçado horizontal e vertical, super elevação e super largura.

Os softwares mais conhecidos no mercado são:
TOPOVIEW 1.0, TopoGRAFH, TOPOEVN FÁCIL 5.3, GRAU MAIOR, AUTODESK, DATAGEOSIS.

Estes softwares calculam corte e aterro, cálculos de volumes, mapa de declividade, áreas de inundação, visualização em 3D, exporta dados, desenha perfis longitudinais e transversais, cálculo de áreas, planilhas de cálculos, desenha curva de nível e transformações Geodésicas que permite ao usuário transformar coordenadas.

Disponível em: http://www.santiagoecintra.com.br Acesso em 25 de abril de 2003.

5.8 Cyrax 2500 Laser Scanner

Uma da evolução fantástica hoje que podemos englobar no meio da topografia, é o Cyrax 2500, é um sistema inovador para levantamento "as-built" de estruturas complexas e industriais.

É um sistema portátil de varredura laser 3D que captura, visualiza e modela estruturas complexas e plantas em geral, gerando desenhos 3D e 2D para uso imediato, com uma combinação perfeita de velocidade, precisão e segurança.

Quando combinado com Softwares do tipo CAC (Computer Aided Construction) permite o modelamento tridimensional propiciando melhor informação de “as buit”.

É usado para várias aplicações como arquitetura, realidade virtual, digitalização de estruturas, plantas industriais, plataformas offshore, plantas petroquímicas, meio ambiente, preservação de patrimônio, entre outras.

Após o mapeamento da estrutura através de uma nuvem de pontos, o usuário pode usar o Software Cyclone para criar os modelos 3D, vôos virtuais por dentro da estrutura, observar interferências quando projetando e ainda exportar para os mais variados softwares de CAD do mercado.



Foto 5.8: Aparelho Cyrax 2500 Laser escanner

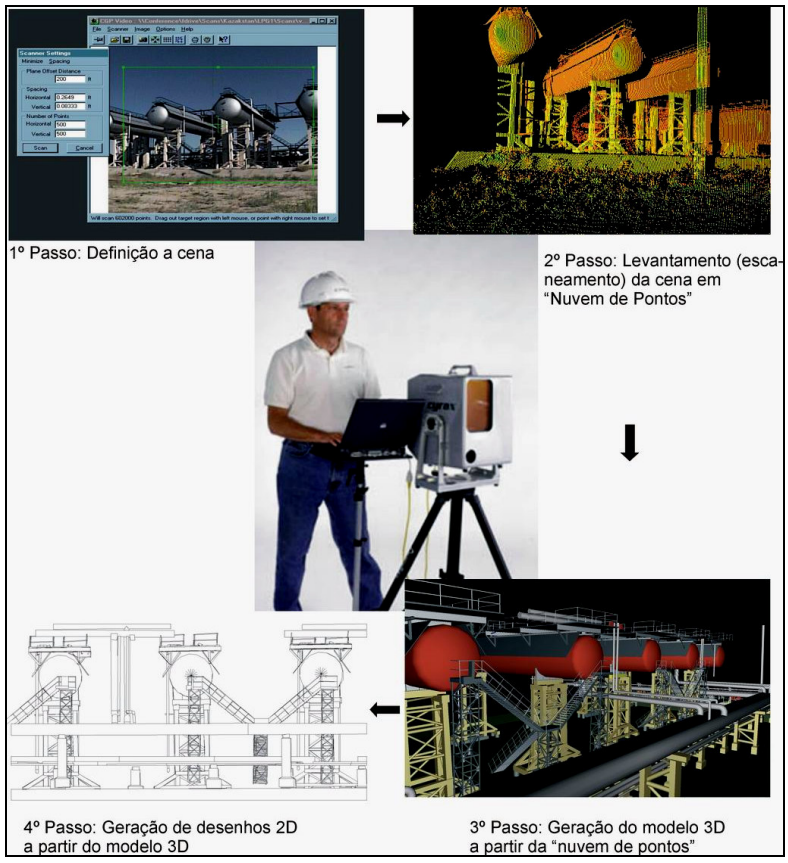


Foto 5.9: Processo de trabalho do Cyrax 2500

5.9 Precisão dos equipamentos

Segundo Borges (1977), a aplicação de raios infravermelhos ou de laser , ou ainda, o emprego de emissão de ondas de rádio de alta-freqüência (microondas) permitem o cálculo de distâncias que vão desde 10 m até cerca de 120 km com rapidez e precisão.

Segundo Borges (1977), teodolito é atribuído ao aparelho topográfico que se destina fundamentalmente a medir ângulos horizontais, porém pode também obter distâncias horizontais e verticais por taqueometria. Geralmente é feita a confusão com os nomes teodolito, trânsito e taqueômetro.

Podemos classificar os teodolitos em duas categorias básicas os de projeto americano e os de leituras ópticas.

Os primeiros são considerados de linha americana porque foram bastante desenvolvidos no inicio do século por duas firma americanas Gurley e Keuffel-Esser.

Atualmente são produzidos também por alguma firmas japonesas, Zuhio, Toko, Fuji, Tokio-Soki, etc.

Os de leituras óptica são produzidos pelas principais fábricas européias, tais como Wild, Kern, Zeiss-Oberkochem, Zeiss-Jena, etc.

Segundo Mario de Oliveira Parada (1968), ao executar tais serviços de topografia, muitas das vezes torna difícil tomar decisões com a simples observação “in loco”, muitas das realizações seria feita por tentativa e portanto, sujeita a enganos danosos e decepções.

Devemos de forma técnica fazer os serviços de topografia, com exatidão, nunca com observação “in loco” sem aparelhos.

Com os devidos aparelhos topográficos teremos os dados do terreno e suas informações exatas.

Tem a experiência mostrado que é sempre conveniente proceder-se ao estudo prévio no papel, através de dados coletados pela topografia que depois executado na obra.

A precisão dos equipamentos varia de dispositivo para dispositivo, abaixo algumas das precisões dos aparelhos.

Distanciômetros Eletrônicos a sua precisão varia de 500 metros a 20.000 metros, dependendo da quantidade de prisma utilizados, sua precisão é milimétricas de três casas decimais.

Teodolito Eletrônico tem uma precisão de 9” (nove segundos), e leitura de 10” (dez segundos), seu visor é de cristal líquido (LCD), botões do painel de fácil manuseio.

Estação Total possui uma leitura de 1” (um segundo), alcance de 2.300 metros com 1 prisma, tem programas internos, memória de 8.000 pontos, armazena até 30 obras, e sua precisão é de 3” (treis segundos).

Estação Total Robótica tem uma leitura angular de 1” (um segundo), e precisão de 5” (cinco segundos), seu alcance de distância atinge até 600 metros sem prisma e 5.500 metros utilizando 1 prisma, algumas estação total robótica pode armazenar em sua memória interna, 8.000 pontos e 30 obras, já existe no mercado alguns aparelhos a prova d’água, também algumas possui iluminação interna para trabalhos onde a claridade é pouca, possue prumo a laser.

Os GPS de levantamentos topográficos para ter uma precisão esperada necessita de, 28 a 30 metros de abertura para receber pelo sinais de 4 satélites, sua precisão e de:

- Horizontal 5mm + 1ppm (5 milímetros mais uma parte por milhão em distâncias).

- Vertical 10mm + 2ppm (10 milímetros mais duas parte por milhão em distâncias).

A precisão em tempo real é:

- Horizontal < 3 metros com WAAS e antena externa.
- Horizontal 5 metros com WAAS e antena interna.

Abaixo uma figura demonstrativa do processo de estacionamento de um teodolito



Figura 4: Simulação de um processo com teodolito de trânsito e mira ínvar

5.10 Noções de um teodolito.

Existem os seguintes tipos de fabricação de teodolitos:

- ¬ Teodolitos de leitura dos ângulos, de leitura por meio de prismas, auto-redutores.

Hoje se encontra no mercado além dos teodolitos antigos, temos também a estação total, estação total robótica, GPS, níveis eletrônicos, níveis eletrônicos com leitura por código de barras e trena eletrônica.

Muitas das peças antigas não mudaram nos aparelhos novos, pois são peças de convenções dos aparelhos.

Abaixo veremos um teodolito antigo e suas peças e a modernidade de alguns aparelhos novos.

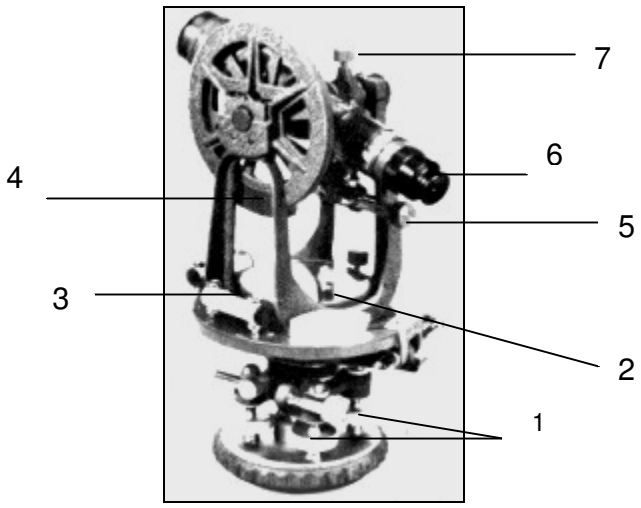


Foto 5.10: Teodolito Daido Ns14

Este é um teodolito antigo de trânsito, e algumas peças do aparelho.

- ♣ 1 – parafusos calantes;
- ♣ 2 – agulha magnética;
- ♣ 3 – níveis de bolha;
- ♣ 4 – círculo graduado;
- ♣ 5 – parafuso de aproximação da luneta em movimento vertical;
- ♣ 6 – parafuso ou anel de focalização da objetiva;
- ♣ 7 – parafuso de fixação da luneta.

Com o passar dos tempos vieram aparelhos com leitura òptica, depois aparelhos eletrônicos, distanciômetros, estação total, estação robótica, GPS, etc.

5.11 Raio infravermelho usado nos aparelhos.

Segundo alguns fabricantes, o raio infravermelho emitido pelos equipamentos eletrônicos de medição, visível ou não, é inofensivo e enviado por um diodo que pertence à classe do laser 1.

Este raio é normalmente afetado pelas variações bruscas de temperatura, pressão atmosférica e umidade.

Portanto, é aconselhável que os levantamentos sejam efetuados em dias de boas condições atmosféricas.

Os raios infravermelhos permitem o cálculo de distâncias que vão desde 10 metros até cerca de 120 km, com rapidez e precisão.

5.12 Trena Eletrônica.

A trena eletrônica com o avanço dos aparelhos teodolitos, também não ficou para traz, pois usa-se do mesmo processo que os aparelhos.

Ela é um dispositivo eletrônico composto de um emissor e receptor de sinais que podem ser pulsações ultra-sônicas ou feixe de luz infravermelhos.

Seu alcance depende do dispositivo, para a determinação de distâncias acima de 50 metros é necessário utilizar um alvo eletrônico, para a correta devolução do sinal emitido.

O cálculo de distâncias é feito em função do tempo que o sinal emitido leva para atingir o alvo, ser refletido e recebido de volta; a freqüência e o comprimento do sinal são conhecidos pelo dispositivo.

O sinal é então recebido e processado e a distância calculada, é mostrada no num visor de cristal líquido (LCD), e algumas trenas ainda são capazes de processar, entre outras coisas, áreas, volumes, adição e subtração de distâncias, etc.
Seu funcionamento é com pilhas comuns encontradas em supermercados.

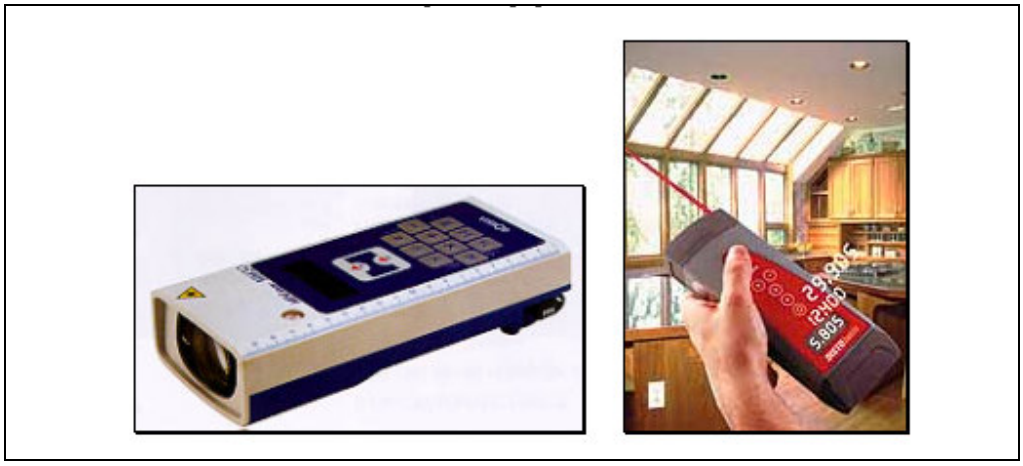


Foto 5.11: Trena Eletrônica da marca Sokia e Leica.

5.13 Equipamentos de uso para medição.

Os equipamentos muitos usados em topografia e de uso convencional são o tripé para o teodolito e bipé para balizas.

Abaixo veremos algumas fotos e suas aplicações na topografia.



Foto 5.12: Trena de fibra de vidro com ou sem envólucro.

Estas trenas podem variar de 20 metros até 50 metros, é resistente à umidade e a produtos químicos, e deforma pouco com a temperatura e a tensão.

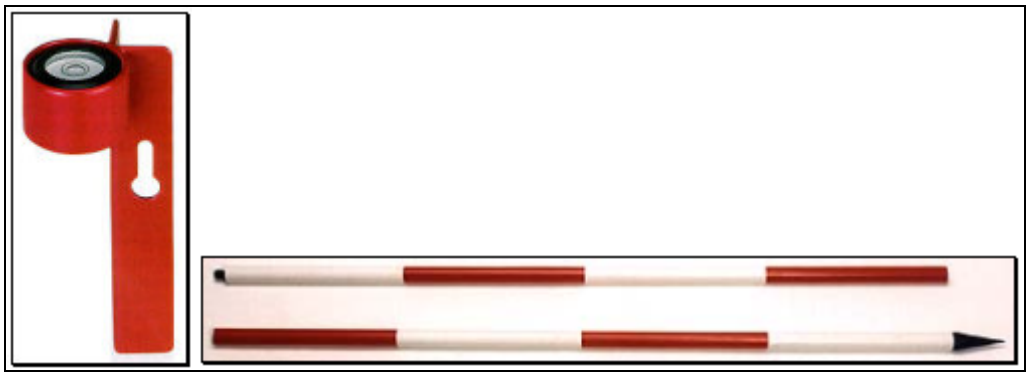


Foto 5.13: Nível de cantoneira e baliza.

Nível de cantoneira é dotado de bolha circular que permite a pessoa que segura a baliza posicioná-lo corretamente (verticalmente), as balizas são feitas de madeiras ou ferros, arredondado, sextavado ou oitavadas.

São terminadas em pontas de ferro, seu comprimento é de 2 metros, são pintadas em cores contrastantes (branco e vermelho ou preto e branco).



Foto 5.14: Bastão, prisma, tripé de alumínio.

A foto acima mostra um bastão para acoplar o prisma, um modelo de prisma unitário, e o tripé para apoio do teodolito.



Foto 5.15: Suporte de prisma, suporte de bastão (bipé e tripé) e suporte de prisma.

Nesta foto existe o suporte de prisma sem a colocação de prisma e um suporte com o prisma acoplado, com capacidade de trêis e nove prisma, também temos o bipé e tripé que serve para apoiar o bastão verticalmente e aprumado.



Foto 5.16 Régua metálica com detetor laser adaptado.

Acima temos uma régua metálica graduada com detetor laser adaptado, ambos da marca Sokkia, essa régua é usada para um nível peculiar, pois não apresenta luneta nem visor LCD, a leitura da altura da régua (FM), é feita por laser emitido pelo aparelho e as distâncias são calculadas por estadimetria, é efetuada diretamente sobre a mesma, com auxílio de detetor laser, esses detetores são dotados de visor LCD que automaticamente se iluminam e soam uma campainha ao detectar o raio laser emitido pelo nível.

Assim como para o nível digital, a régua deve ser mantida na posição vertical, sobre o ponto a medir, com ajuda de um nível de bolha circular, é muito utilizado em serviços de nivelamento convencional e na construção civil.

As foto a seguir ilustram dois níveis a laser de diferentes fabricantes, o primeiro é um nível WILD LNA10 e, o segundo, um SOKKIA LP31.

Estes níveis se auto nivelam (após ajuste grosseiro da bolha circular) e possuem um sistema giratório de emissão do infravermelho. O LNA10 tem um alcance de 80m e o LP31 de 120m.

O alcance deste tipo de nível depende do modelo e marca, enquanto a precisão, depende da sensibilidade do detetor e da régua utilizada.



Foto 5.17: Nível WILD LNA10 e SOKKIA LP31.



Foto 5.18: Coletora de dados TOPCON.

A foto acima ilustra uma coletora de dados da marca TOPCON, ela é um dispositivo externo, (que pode ser uma máquina de calcular), conectado ao aparelho através de um cabo, e capaz de realizar as etapas de fechamento e ajustamento do levantamento.

Na maioria das estações, o dado registrado pelo coletor pode ser transferido para um computador através de uma interface RS 232 padrão (a mesma utilizada nos computadores para ligação de scanners, plotters, etc.).

6 ESTUDO DE CASO

6.1 Uso da topografia em obra civil

6.1.1 Função da Topografia na Obra Civil

A topografia tem como função principal delimitar as concordâncias do prédio, e estabelecer as diretrizes do projeto executivo para poder realizar, posteriormente a marcação, do terreno e as partes primordiais de inicio das obras que é a escavação com a determinação dos níveis e gabaritos.

6.1.2 Topografia na Industria

Na industria é realizada nivelação e alinhamentos de maquinário, pisos, etc.
Tudo isso para um ótimo funcionamento de máquinas, nas linhas de produção, é realizados serviços com menor tempo possível, para evitar perda na linha de produção.

6.1.3 Precisão da Topografia nas Estruturas

É obrigatória uma equipe de topografia, para determinação de coordenadas e nivelamento reais para montagem, de peças pré-fabricadas.
Também a equipe deve acompanhar a montagem das peças, sempre dando as marcações para a equipe de trabalho.

6.1.4 Definições do Uso da Topografia

A representação das informações planimétricas e altimétricas obtidas dos levantamentos são descritas em plantas, com finalidade de fornecer o maior número possível de informações para efeitos de estudo, planejamento e viabilização.

A planta planimétrica pode determinar a escolha do melhor traçado e locação de estradas (ferrovias e rodovias)

Também as plantas planimétricas descrevem:

- declividade máxima das rampas;
- mínimo de curvas necessário;
- movimentação de terras (volumes de corte e aterro)
- locais sujeitos à inundação
- necessidade de obras especiais (pontes, viadutos, túneis).

Através de plantas faz-se o estudo para direção e largura da faixa de ruas, estradas e linhas de transmissão.

Determinar áreas de desapropriação, melhores locais para instalação de torres, postes, centrais de distribuição, quando uso dutos em geral; como óleo, gás, água, esgoto, produtos químicos,

É possível estudar através de plantas o relevo para idealização do projeto (perfis, declividade, etc), determinar os pontos onde é necessário a utilização de bombas para recondução do escoamento.

A topografia da á informação, para os estudo, que futuramente não venha a trazer danos futuros, através de plantas podemos estudar o relevo para fins de planificação, determinar os volumes de corte e aterro necessários á construção de casa, edifícios, sede de fazenda, silos, e poder retificar as curvas de nível segundo os projetos idealizados.

Com estudo através de levantamento topográficos pode fazer um planejamento urbano onde podemos estudar e planejar a direção de vias, estudar e planejar áreas industriais, planejar áreas comerciais, residenciais, áreas de lazer e recreação, distribuir e planejar a distribuição de escolas, hospitais, posto de saúde, planejar o trafego e o transporte coletivo e o recolhimento do lixo.

Com todos esses estudos de caso, é possível avaliar juridicamente a propriedade, dando á informação para o Juiz, o Perito pode através de levantamentos topográficos, estimar preço de venda e valores de tributação.

Todos esses processos usam-se hoje os melhores equipamentos topográficos e até o GPS.

6.2 Uso de uma Estação Total em obra Civil

Construção do novo Museu de Arte do Paraná contou com o auxílio de uma Estação Total Topcon - 11/11/2002



Foto 6.1: Foto da estação total GTS-229 na obra do Museu do Paraná

Dia 22 de novembro foi inaugurado o novo Museu de Arte do Paraná, onde para construir o item mais interessante, o “Olho”, a CESBE (empreiteira encarregada) contou com o suporte de uma Estação Total Topcon, modelo

GTS-229, de propriedade da Topografia VBS Ltda.

O trabalho da estação consistiu em determinar a posição do pilar mestre que sustenta o olho e a posição dos pontos das treliças metálicas existentes, que estão entre duas lajes de concreto (uma côncava e outra convexa).

Por possuírem alturas diferentes, cada haste da estrutura teve sua posição determinada de modo que permitisse a construção da laje superior com curvatura, caracterizando-a convexa. As lajes do olho são protendidas, isto é, possuem um sistema de feixes de cabos de aço dentro das vigas de concreto para segurar todo este peso.

O trabalho do topógrafo na obra com a estação total GTS-229, foi primordial, através do projeto com as coordenadas definidas, acompanhou a locação do pilar mestre e os eixos das treliças metálicas com exatidão.

Também acompanhou e locou o nivelamento do piso para concretagem, prumadas de paredes, rede hidráulica, elétrica, e deu suporte a Engenheiros e Mestre no decorrer na obra.

Este novo museu, instalado em um prédio originalmente projetado por Oscar Niemeyer, abriga sete mostras artísticas: Curitiba, Inovação e Solidariedade; Matéria Prima; Trajetória de Niemeyer; Panorama da Arte no Paraná; Uma História do Sentar; Personagens e Paisagens Mexicanas; e Pátio das Esculturas.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a evolução do tempo, podemos notar, como os aparelhos evoluíram, vieram consigo a informática, a modernidade, e a precisão nos equipamentos.

Os teodolitos com medidas eletrônicas, não podem ser considerados um tipo de medida direta, pois não necessita percorrer o alinhamento a medir para obter o seu comprimento.

Neste contexto durante uma medição eletrônica, o operador intervém muito pouco na obtenção das medidas, pois todas são obtidas automaticamente através de um simples pressionar de botão.

Este tipo de medição, no entanto, não isenta o operador das etapas de estacionamento, nivelamento, e pontaria dos instrumentos topográficos utilizados, qualquer que seja a tecnologia envolvida no processo comum de medição, o operador precisa ter conhecimento para saber manusear e interpretar os resultados.

A evolução nos equipamentos topográficos trouxe inúmeras vantagens em relação aos tradicionais processos de medida tais como: redução do tempo de medição, facilidade de operação e principalmente precisão adequada a os vários tipos de trabalhos topográficos, cartográficos e geodésicos.

Assim entre os principais equipamentos utilizados atualmente, na medida eletrônica de distâncias ou ângulos podemos ver suas vantagens em tê-los em uma obra civil.

Trena Eletrônica é um ótimo invento, é de bom uso para quem faz levantamento residencial, porque algumas das distâncias que ela mede

fornece no visor de cristal líquido, e ainda fornece ao usuário cálculo de áreas, volumes, adição e subtração de distâncias, etc.
Seu custo varia muito e depende da tecnologia envolvida, das funções, que disponibilizam e podem variar muito de fabricante para fabricante.

O Teodolito Eletrônico é um dispositivo com ótica de alto rendimento com mecânica de precisão, e com facilidade de utilização e altíssima confiabilidade, normalmente faz parte de um sistema modular, que permite adaptar outros equipamentos (distanciômetros ou trena eletrônica).

O seu custo pode variar de R$3.000,00 à R$7.000,00.
Hoje no mercado já podemos encontrar teodolitos à prova d'água.

A Estação Total na sua definição, ela é um conjunto definido por um teodolito eletrônico, um distanciômetro incorporado e um microprocessador que automaticamente monitora o estado de operação do instrumento.

Na estação podemos incorporar uma coletora de dados, que é um dispositivo externo (que pode ser uma máquina de calcular), quando conectado ao aparelho através de um cabo e capaz de realizar as etapas, de fechamento e ajustamento do levantamento, e armazenar todos os dados do levantamento.

Hoje existe no mercado a estação total robótica, que é uma estação total no qual não necessita de operador no aparelho.

O topógrafo trabalha com o prisma, onde fica acoplado no bastão um dispositivo, que através de um simples apertar de botão, a estação procura o alvo desejado e armazena os dados.

Com isso reduz o número de pessoas no campo, de duas para uma pessoa.

O GPS tem uma precisão no aparelho, que depende, do método empregado (estático, dinâmico, etc.). Hoje devemos prestar atenção que muitos profissionais usam o GPS de navegação também chamado de recreacionais, e não os GPS de levantamentos, onde no GPS de navegação não é aconselhável, pois podem e devem ser, sempre colocados em dúvida, em função do desconhecimento da precisão posicional.

Umas das desvantagens do GPS, é que em regiões encobertas no caso de matas fechada e beira de rios, edifícios ou em áreas urbanas muito densas, em túneis, minas e cavernas, a precisão deixa a desejar, pois são necessário de 28 a 30 metros de abertura para serem rastreado no mínimo por 4 satélites, para ter uma precisão, mas também os aparelhos independem das condições atmosférica.

Os GPS de levantamentos oferecem precisões como, por exemplo, 5mm + 1 ppm (5mílimetros mais uma parte por milhão em distâncias).

Os GPS criam o conceito na área da Topografia de trabalho “de um homem só”, uma vez que o topógrafo opera sozinho seu instrumento.

9. CONCLUSÕES

Ao passar dos anos a evolução nos equipamentos topográficos chegaram de forma rápida para acompanhar o progresso da engenharia, pois é a engenharia que efetua todos os seus estudos baseados em levantamentos topográficos e após conclui os projetos, e através de técnicas topográficas serão implantadas e materializados.

A construção civil é um mercado promissor, e depende muito da topografia, pois através dos dados é que se desenvolve toda à frente de trabalho para uma obra.

A qualidade em serviços ou obras é essencial, pois a informação colhida em campo tem que ser exato, que através deles podemos determinar todo o processo de acompanhamento da obra, e inicia-se a representação gráfica para uma melhor visualização da superfície em estudo, são desenhados os elementos tanto levantados em campo como calculados em escritório.

Hoje é vantajoso ter uma estação total apesar de seu custo ser alto, é uma ferramenta precisa em todas as funções, dos levantamentos da topografia, e além das vantagens alguns fabricantes já têm disponíveis alguns aparelhos a prova d'água.

O GPS é bastante caro e limitado, pois não fornece ângulos e distâncias.

As estações totais têm sua vantagem, pois podem acoplar uma coletora de dados, que através dos dados, podemos transferir direto ao computador, indo para um Software de ultima geração como o TopoGRAFH, ou outros Software.

Onde as informações que foram coletados em campo, já saem com o desenho quase pronto, bastando apenas formatação.

Com os equipamentos modernos, é muito difícil trazermos do campo alguma informação errada. Mas isto não significa que aposentamos os equipamentos mais antigos, muito pelo contrário, eles ainda têm espaço, existem em grande quantidade e são de grande ajuda para os pequenos levantamentos.

A corrida para a quase total automação dos serviços foi lenta, mas nos dias de hoje estamos num momento de avanço (e de rapidez) que fica difícil até de acompanharmos, principalmente financeiramente.

Os avanços que a Topografia teve trouxe um paradigma, com a entrada de estações totais, o topógrafo teve que se adaptar a uma nova realidade, e a o uso dos computadores.

Com a compra destes equipamentos, vieram *softwares* que facilitam a geração das plantas, mas que nos amedronta, em um estágio inicial, pois precisamos mudar nosso paradigma. Depois desta adaptação, é tudo sorriso. Concluímos que a vida não é tão difícil assim.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Borges, Alberto de Campos. **Topografia Aplicada à Engenharia Civil**, v.1, São Paulo, Edgard Blücher, 1977.

Borges, Alberto de Campos. **Topografia Aplicada à Engenharia Civil**, v.2, São Paulo, Edgard Blücher, 1992.

Borges, Alberto de Campos. **Exercícios de Topografia**, v.3, São Paulo, Edgar Blücher, 1977.

Espartel, Lélis. **Manual de Topografia e Caderneta de Campo**, Globo, 1983.

Fonseca, Romulo Soares. **Elementos de Desenho Topográfico**, São Paulo, McGRAW-HILL do Brasil, 1979.

Parada, Mário de Oliveira. **Elementos da Topografia**, São Paulo, Luzes Gráfica, 1968.

Santiago, Antero da Costa. **Guia Técnico do Agropecuário**, Campinas - São Paulo, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1982.

Brandalize, M. C. B. **Apostila Sobre Fundamentos da Topografia e Equipamentos**, 2003. Apostila. Disponível em: <www.procivil.hpg.ig.com.br>. Acesso 31 março 2003.

Empresa de Representação. Disponível em: < www.santiagoecintra.com.br>. Acesso em 25 abr. 2003.

Informações Obtidas em Levantamentos em Campo com GPS. Disponível em: <www.prosystems.com.br>. Acesso em 09 maio 2003.

Assuntos de Topografia. Disponível em: <www.engenhariaecia.hpg.ig.com.br>. Acesso em 07 setem. 2003.

Empresa de Representação. Disponível em: <www.hezolinem.com>. Acessado em: 16 out. 2003.

Empresa de Representação. Disponível em: <www.trimble.com>. Acessado em: 25 setem. 2003.

Empresa de Representação. Disponível em: <www.leica.com>. Acessado em: 28 agost. 2003.

Escola Superior Agrária de Elvas. Noções de GPS. Disponível em: <www.esaelvas.pt/ricardo_braga/topo/topografia%207%20acetatos.pdf>. Acessado em: 16 setem. 2003.