



Universidade Federal de Santa Catarina

CTC – Centro Tecnológico – Departamento de Engenharia Civil

ECV5513 – Trabalho de Conclusão de Curso - Turma 10201

Prof.^a Lia Caetano Bastos, Dr.^a

Júlio César da Silva

ANÁLISE DE MÉTODOS UTILIZADOS EM LOCAÇÃO DE OBRAS

Florianópolis

2020

Júlio César da Silva

ANÁLISE DE MÉTODOS UTILIZADOS EM LOCAÇÃO DE OBRAS

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Civil do Centro de Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Cláudio Cesar Zimmermann, Dr.

Florianópolis

2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Silva, Julio Cesar
ANÁLISE DE MÉTODOS UTILIZADOS EM LOCAÇÃO DE OBRAS /
Julio Cesar Silva ; orientador, Cláudio Cesar Zimmermann,
2020.
79 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,
Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2020.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Locação de obra. 3. Geodésia. 4.
topografia. 5. Equipamentos de medição. I. Zimmermann,
Cláudio Cesar . II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

Júlio César da Silva

ANÁLISE DE MÉTODOS UTILIZADOS EM LOCAÇÃO DE OBRAS

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Engenheiro Civil” e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 14 de dezembro de 2020.

Prof^a. Luciana Rohde, Dr^a.
Coordenadora do Curso



Prof. Cláudio Cesar Zimmermann, Dr.
Orientador
Instituição UFSC

Prof^a. Vivian Celestino Reginato, Dr^a
Avaliadora
Instituição UFSC

Eng. Gabriel Gutjahr Stolf
Avaliador

Dedico este trabalho aos meus pais, Paulo e Valdelina, a minha irmã Juliana, aos meus amigos e especialmente para Mônica e Enzo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por toda a saúde e por te me dado força nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais, Paulo e Valdelina, pela educação e dedicação nos ensinamentos que levo pra vida.

A minha esposa e filho, Mônica e Enzo, por todo amor e carinho em todos os momentos da minha vida.

A minha querida irmã Juliana, por todo o amor e carinho.

Ao orientador, Professor Cláudio Cesar Zimmermann, pela imensa contribuição, disponibilidade, apoio e orientação neste trabalho.

A todos os Professores da Universidade Federal de Santa Catarina que passaram ao longo da minha graduação.

A todos os professores e colegas do Curso Técnico de Agrimensura do Instituto Federal de Santa Catarina, pelo apoio e carinho.

E, por fim, a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, me auxiliaram a chegar a até aqui.

RESUMO

O presente trabalho tem o intuito de conhecer os procedimentos de locação aplicados pelos profissionais em obras de engenharia. A partir de uma pesquisa on-line com o auxílio de aplicativos de mensagens e rede social, feita diretamente para grupo de profissionais que atuam no mercado de trabalho com topografia. Com base nas bibliografias encontradas referentes locação de obras, desde: conceitos pertinentes, normas empregadas, equipamentos utilizados no mercado de trabalho, erros existentes na topografia, técnicas existentes de locação de obras, etc. Fundamentado nessas informações, se obteve subsídios para elaborar perguntas com relação às técnicas utilizadas na topografia sobre locação de obras na engenharia civil e avaliação consistente dos resultados obtidos. O estudo de caso deste trabalho refere-se a uma breve avaliação das técnicas escolhidas pelos profissionais do ramo quando trabalham com locação de obras. Foi escolhido o tema devido ao interesse em conhecer como se comporta a maioria dos topógrafos e para verificar se as escolhas tem coerência com a bibliografia recomendada.

Palavras-chave: Locação de obra. Topografia. Geodésia. Equipamentos de Medição

ABSTRACT

This work aims to understand the rental procedures applied by professionals in engineering works. From an online survey with the aid of messaging applications and social network, made directly to a group of professionals working in the job market with topography. Based on the bibliographies found regarding the location of works, from: pertinent concepts, standards employed, equipment used in the labor market, existing errors in the topography, existing techniques of location of works, etc. Based on this information, subsidies were obtained to elaborate questions in relation to the techniques used in the topography on location of works in civil engineering and consistent evaluation of the results obtained. The case study of this work refers to a brief assessment of the techniques chosen by professionals in the field when they work with leasing works. The theme was chosen due to the interest in knowing how most surveyors behave and to verify whether the choices are consistent with the recommended bibliography.

Keywords: Construction leasing. Topography. Geodesy. Measuring equipment

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Elipsoide de Revolução.	20
Figura 2 - Diferença entre Superfície Terrestre, Geoide e Elipsoide.	21
Figura 3 - Sistemas de Projeções Cartográficas	23
Figura 4 - Sistemas de coordenadas e zonas de redução e ampliação.	25
Figura 5 - Teodolito eletrônico e óptico-mecânico	28
Figura 6 - Estação total, tripé, bastão e prisma.....	30
Figura 7 - Equipamento GNSS.....	31
Figura 8 - Exatidão e Precisão.....	38
Figura 9 - Gabarito em torno da edificação.....	43
Figura 10 - Esquematização de cavaletes em uma obra.	43
Figura 11 - Esquematização de piquetes em campo.....	45
Figura 12 - Esquematização do marco de concreto.....	45
Figura 13 - Pinos ou parafusos, usados na implantação de pontos.....	46
Figura 14 - Marcação em rocha do ponto topográfico.	46
Figura 15 - Locação de pontos utilizando ângulos e distâncias.	47
Figura 16 - Locação por coordenadas.....	48
Figura 17 - Locação por interseção de distâncias.....	49
Figura 18 - Locação por interseção de ângulos.	50
Figura 19 - Esquematização do triângulo retângulo.....	50
Figura 20 - Ilustração da técnica de estação livre.....	52
Figura 21 - Ilustração da técnica da locação por catetos.	53
Figura 22 - Sistema GNSS RTK.	54
Figura 23 - Funcionamento RTK NTRIP	55
Figura 24 - Comparativo do custo médio entre os equipamentos.	59

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Nível de Escolaridade.	57
Gráfico 2 – Equipamentos normalmente usados para locação.	58
Gráfico 3 - Preferências de Equipamento/ Técnica.	60
Gráfico 4 - Rejeição dos Equipamentos/Técnica.	61
Gráfico 5 - Resultado da situação proposta na pesquisa.	62
Gráfico 6 - Resultado da situação proposta na pesquisa.	63
Gráfico 7 - Resultado da situação proposta na pesquisa.	64
Gráfico 8 - Resultado da situação proposta na pesquisa.	65
Gráfico 9 - Resultado da situação proposta na pesquisa.	66
Gráfico 10 - Resultado da situação proposta na pesquisa.	67
Gráfico 11 - Resultado da situação proposta na pesquisa.	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação dos teodolitos segundo a NBR 13133.....	29
Tabela 2 - Classificação de estações totais segundo a NBR 13133.	30
Tabela 3 – Valores dos aluguéis Praticados em Florianópolis.	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

CAD - Desenho assistido por Computador.

CFT - Conselho Federal dos Técnicos.

DSG - Diretoria de Serviço Geográfico

GALILEU - Sistema Global de navegação por Satélite (União Europeia).

GIS - Sistema de Informação Geográfica.

GLONASS - Sistema Global de navegação por Satélite (Rússia).

GNSS - Sistema Global de navegação por Satélite.

GPS - Sistema de Posicionamento Global (USA).

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. LTM - Local Transverso de Mercator.

MED - Medição eletrônica de distância.

NBR - Norma Brasileira da ABNT.

NTRIP - Protocolo da internet para disponibilização dos dados GNSS.

RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo.

RBMC-IP – RBMC com correção em tempo real via protocolo NTRIP.

RTK - Cinemático em Tempo Real.

SAT - Estação *GNSS* do IBGE.

SCFLO - Estação da RBMC em Santa Catarina/Florianópolis.

SGR – Sistema Geodésico de Referência.

SIRGAS - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas.

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina.

UTM - Universal Transversa de Mercator.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	OBJETIVOS	18
1.1.1	Objetivo Geral.....	18
1.1.2	Objetivos Específicos.....	18
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
2.1	TOPOGRAFIA	19
2.2	GEODÉSIA	20
2.3	SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA	21
2.3.1	SIRGAS2000	22
2.4	PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA	23
2.4.1	UTM – UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR.....	24
2.5	LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS	25
2.5.1	Planimétrico	26
2.5.2	Altimétrico.....	26
2.5.3	Planialtimétrico.....	27
2.6	EQUIPAMENTOS TOPOGRÁFICOS	27
2.6.1	Teodolitos	28
2.6.2	Estações Totais.....	29
2.6.3	Equipamentos GNSS	31
<i>2.6.3.1</i>	<i>Erros Envolvidos no Uso dos Equipamentos GNSS.....</i>	<i>32</i>
2.7	NORMAS TÉCNICAS.....	33
2.7.1	NBR 13133.....	33
2.7.2	NBR 14645.....	34
2.7.3	NBR 14166.....	35

2.7.4	Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos em Território Brasileiro	36
2.7.5	NBR 15309	36
2.7.6	NBR 15777	37
2.8	ERROS EM TOPOGRAFIA	37
3	LOCAÇÃO	40
3.1	Serviços Preliminares	41
3.1.1	Gabarito.....	41
3.1.2	Pontos de apoio	43
3.2	Técnicas de locação	47
3.2.1	Coordenadas Polares	47
3.2.2	Coordenadas Retangulares	48
3.2.3	Interseção Linear	49
3.2.4	Interseção Angular	49
3.2.5	Pitagórico.....	50
3.2.6	Locação com Estação Total.....	51
3.2.6.1	<i>Estação Livre</i>	<i>51</i>
3.2.6.2	<i>Projeções (Catetos)</i>	<i>52</i>
3.2.7	Locação com GNSS.....	53
3.2.7.1	<i>RTK.....</i>	<i>53</i>
3.2.7.2	<i>RTK NTRIP.....</i>	<i>54</i>
4	estudo de caso - PESQUISA DOS MÉTODOS UTILIZADOS EM OBRAS	56
4.1	Contextualização dos resultados e avaliação	56
4.1.1	Escolaridade	57
4.1.2	Equipamentos.....	58
4.1.3	Preferências das Técnicas	60

4.1.4	Resultados e Avaliações das Situações Propostas.....	62
4.1.5	Sugestões dos profissionais.....	68
5	CONCLUSÃO.....	70
	REFERÊNCIAS.....	71
	ANEXO A – QUESTIONÁRIO	74

1 INTRODUÇÃO

Na engenharia civil o conhecimento dos conceitos de topografia e das técnicas de medição são premissas para realização de diversos projetos de engenharia e de uma certeza de qualidade dos mesmos. O levantamento topográfico é a primeira etapa de qualquer obra e vai coletar informações reais e precisas de área e perímetro do terreno para um bom projeto. A implantação de pontos de referência são pontos chaves para uma boa utilização da técnica de locação é a garantia da qualidade ao longo da execução de toda a obra e do como construído.

A locação de obra deve ser executada em obras de grande, médio e pequeno porte na engenharia civil e garantindo a funcionalidade e qualidade de toda construção. Considerando que, os erros devidos à locação geram retrabalhos, perda de tempo e aumentam os custos do projeto, então se deve sempre ter um profissional capacitado na realização do trabalho ou um engenheiro fiscalizando o serviço para aumentar a eficácia de tal função, bem como utilizar equipamentos adequados que garantam a precisão solicitada para o serviço a ser executado.

Conhecer as técnicas de locação de obra, as normas técnicas as bibliografias disponíveis, fazer uma discussão e avaliação qualitativa e quantitativa dessas técnicas, é fundamental para verificar qual processo de locação pode ser mais eficaz em relação ao tempo de trabalho, precisão dos pontos locados, custo do serviço, entre outros pontos que envolvem o uso da locação de obra. Poder afirmar no final qual técnica é mais relevante para determinado tipo de obra ou indicar uma nova técnica que possa ajudar a locação a ter resultados mais significativos em todos os aspectos de qualidade dentro de toda a vida de um projeto de engenharia.

Este trabalho irá abordar como os profissionais da área de topografia realizam seus trabalhos de locação de obra em campo em relação às situações propostas. E com base nas informações coletadas a partir de um questionário, irá analisar o comportamento da maioria dos profissionais perante as técnicas empregadas em campo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho de conclusão de curso é analisar os métodos e equipamentos utilizados pelos profissionais nos processos de locação de obras através das respostas de um questionário dirigido aos profissionais da área de topografia.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Mostrar como é feita a locação em diferentes tipos de obras, buscando melhor entendimento dos processos pesquisados e comparação entre teoria e prática.
- Analisar a importância da boa técnica de locação para o andamento e qualidade da(s) obra(s).
- Verificar o atual panorama do uso de novas técnicas e equipamentos para realização dos trabalhos de locação.
- Conhecer através de uma pesquisa quais são os métodos aplicados em locação de obra pelos profissionais da área.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão abordados conceitos e definições com base nas informações encontradas na literatura referentes ao tema deste trabalho, sendo estes de grande importância para a compreensão e embasamento do objeto de estudo.

2.1 TOPOGRAFIA

O termo topografia deriva das palavras gregas *topos* que significa lugar e *graphen* que significa descrição, ou seja, é a descrição de um lugar.

Segundo Espartel (1978) é uma ciência aplicada, baseada na Geometria e na Trigonometria, de âmbito restrito, pois é um capítulo da Geodésia, que tem por objeto o estudo da forma e dimensões da Terra.

Para Domingues (1979) topografia é determinar o contorno, dimensão e posição relativa de uma porção limitada da superfície terrestre, do fundo dos mares ou do interior de minas, desconsiderando a curvatura resultante da esfericidade da Terra. Compete ainda à Topografia, a locação, no terreno, de projetos elaborados de Engenharia.

Veiga et al. (2012), consideram que a aplicação da topografia se restringe a um levantamento de uma pequena área da superfície onde a curvatura terrestre possa ser desprezada (área de raio de até 30 km). O objetivo na topografia é efetuar medidas (lineares e angulares) realizadas sobre a superfície da Terra e a partir destas calculam-se coordenadas, áreas, desníveis, perímetros, volumes, etc. As informações são representadas de forma gráfica através de mapas ou plantas.

A topografia está presente em diversos trabalhos de engenharia, onde o conhecimento das formas e dimensões da área da superfície é primordial para a realização de projetos, alguns exemplos de aplicação: estradas, barragens, pontes, viadutos, túneis, portos, terraplenagem, monitoramento de estruturas, reflorestamentos, etc. E também na fase de execução e pós-obra, onde a topografia atua realizando locações e no controle das estruturas construídas verificando possíveis deslocamentos, evitando danos às estruturas e desmoronamentos.

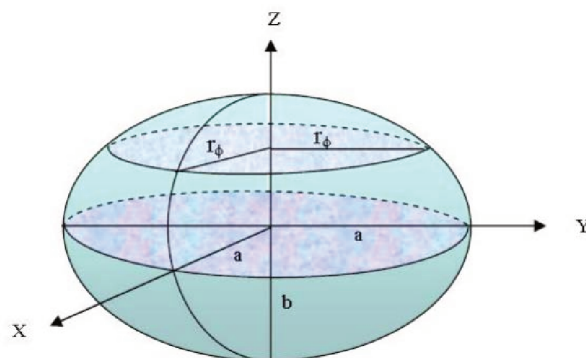
2.2 GEODÉSIA

O termo Geodésia, deriva das palavras gregas *geo* que significa terra e *désia* que significa divisões ou dividido, ou seja, pode significar tanto divisões da terra como também o ato de dividir a terra. A Geodésia é uma Engenharia e, ao mesmo tempo, um ramo das Geociências.

Segundo Menezes (2013), a Geodésia é a ciência que estuda a forma e as dimensões da Terra, a determinação de pontos sobre a superfície ou próximos a ela, bem como seu campo gravitacional.

A diferença entre geodésia e topografia é a presença da curvatura terrestre e que torna a superfície da terra não sendo mais plana. A geodésia se propõe a representação cartográfica de uma grande extensão da superfície terrestre. A forma real da terra apresenta irregularidades na superfície, não se encaixando em nenhum modelo matemático existente, sendo inviável a sua representação. Para isso precisa de uma superfície de referência, geométrica e analiticamente definida por parâmetros, conhecida como *elipsoide de revolução*, (figura 1) com os parâmetros *a* e *b* (raios polar e equatorial, respectivamente), numericamente determinados a partir de levantamentos geodésicos realizados em diversas partes do planeta Terra.

Figura 1 - Elipsoide de Revolução.

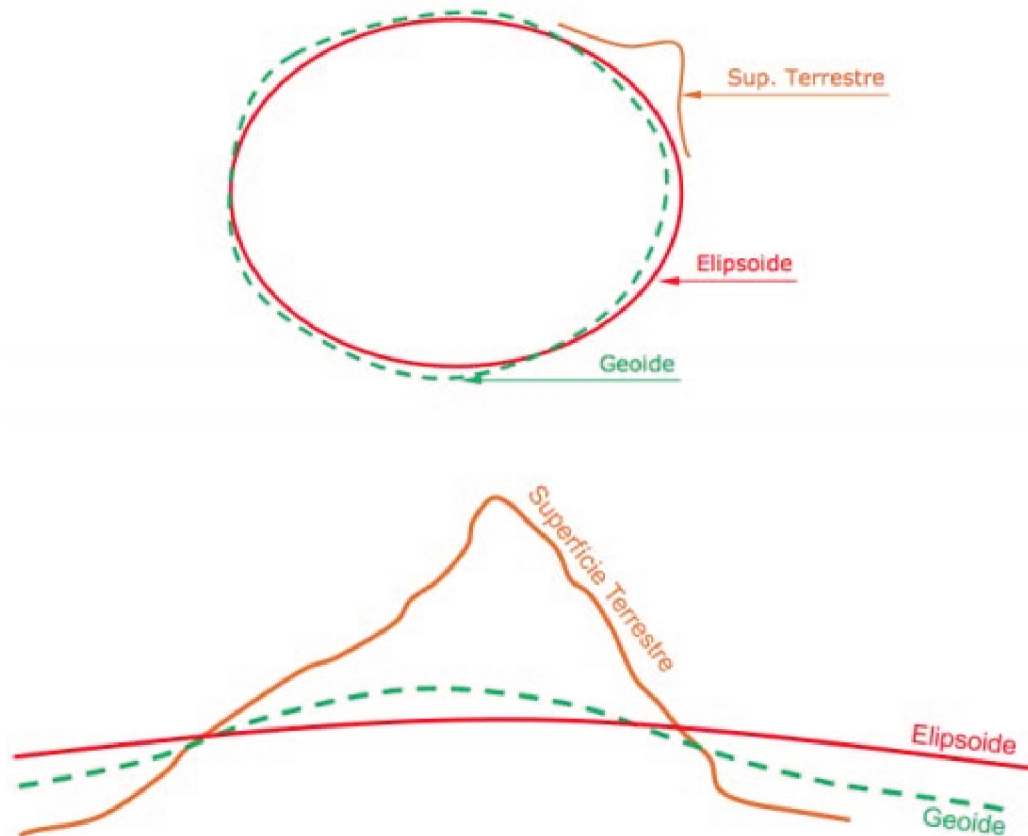


FONTE: MONICO, (2020).

Zimmermann (2020) considera “o geoide é uma superfície fictícia, formada pelo nível médio dos mares (NMM), prolongada pelos continentes, formando uma superfície irregular, de representação matemática não precisa. Evidentemente, irá representar a

superfície do terreno deformada em relação a sua forma e posição reais”. A figura 2 demonstra a relação entre a superfície terrestre, geoide e elipsoide.

Figura 2 - Diferença entre Superfície Terrestre, Geoide e Elipsoide.



FONTE: França et al, (2018).

2.3 SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA

Fróes (2020) comenta que um Sistema Geodésico de Referência (SGR) é definido com base num conjunto de parâmetros e convenções, junto a um elipsoide ajustado às dimensões da Terra, do ponto de vista prático, permite que se faça a localização espacial de qualquer feição sobre a superfície terrestre. A evolução tecnológica propiciou o melhoramento dos diversos SGRs existentes, tanto no aspecto de definição quanto no de realização do sistema. Para o Sistema Geodésico de Referência, ele pode ser: topocêntrico (clássico) onde a origem do sistema é um ponto da superfície terrestre ou geocêntrico (moderno) onde a origem é o centro da Terra.

Para Fitz (2008) cada país adota um sistema de referência próprio, baseado em parâmetros predeterminados a partir de normas específicas. O Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), por exemplo, é composto por redes de altimetria, gravimetria e planimetria.

No Brasil o órgão responsável pelo SGB é o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sendo este responsável por determinar o referencial utilizado no país. O país já utilizou diversos referenciais geodésicos, entre eles destaca-se o *South American Datum* de 1969 (SAD69).

O IBGE apresentou em outubro de 2000 para comunidade acadêmica, técnica e científica, a criação do Projeto Mudança do Referencial Geodésico (PMRG), este projeto teve como objetivo promover a substituição do sistema de referência que estava em vigor, o SAD 69 para o atual Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS2000).

A Resolução PR – 1/2005 de fevereiro de 2005 do IBGE determinou a mudança para o SIRGAS2000 em substituição ao Elipsoide de Referência 1969. Sendo possível a coexistência entre estes sistemas, que tem por finalidade oferecer à sociedade um período de transição antes da adoção do SIRGAS2000 em caráter exclusivo, não podendo ser superior a dez anos. Atualmente o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS2000) é o adotado em todo território nacional.

2.3.1 SIRGAS2000

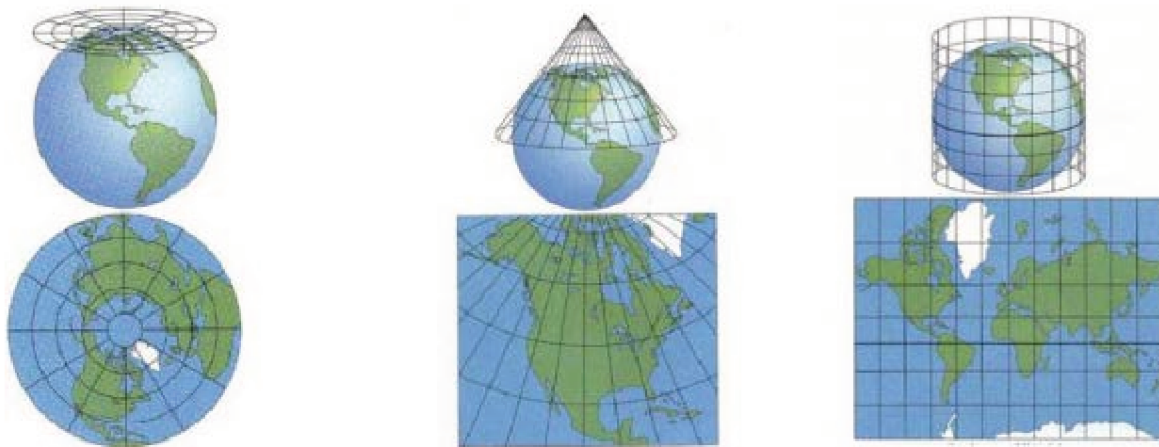
O referencial SIRGAS2000 começou a ser implantado no país em fevereiro de 2005 e até 2014 esteve em uso juntamente com o SAD69. A partir de 2015 se tornou o único sistema geodésico de referência oficial adotado no país.

Sendo um sistema geocêntrico, ou seja, moderno, torna-se mais fácil a compatibilização com os levantamentos GPS (*Global Positioning System*). Tem sua origem no centro de massa da Terra e adota como figura geométrica da Terra o elipsoide GRS80 (Sistema Geodésico de Referência de 1980).

2.4 PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA

Segundo França et al. (2018), consideram projeção cartográfica a representação da superfície da Terra, admitida como esférica ou elipsóidica em um plano sendo também o problema básico das projeções cartográficas. Portanto, as projeções são dadas na figura 3, (plana, cônica e cilíndrica) apresentam distorções de formas, de áreas, de ângulos ou de distâncias. O tipo de projeção adotado em um mapa deve ser aquele que melhor conservar propriedades de interesse do usuário.

Figura 3 - Sistemas de Projeções Cartográficas



FONTE: França et al (2018).

Segundo Menezes e Fernandes (2013) um sistema de projeção é adotado para que uma informação geográfica seja plotada em uma representação bidimensional plana e associada a um sistema de coordenadas característicos desse tipo de representação.

A projeção cartográfica expressa sobre o plano fornece informações da superfície terrestre, de tal forma que o cálculo efetuado sobre o sistema plano seja idêntico na medida do possível à superfície original.

As utilizações dos sistemas de projeção variam de acordo com o objetivo do produto final. Um dos sistemas de projeção mais utilizados no Brasil é o Universal Transversa de Mercator (UTM).

2.4.1 UTM – UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

Com o passar dos anos, no Brasil foram adotados alguns sistemas de projeções, até que em 1955 a Diretoria de Serviço Geográfico (DSG) adotou a projeção UTM, com foco na padronização de projeção a nível mundial.

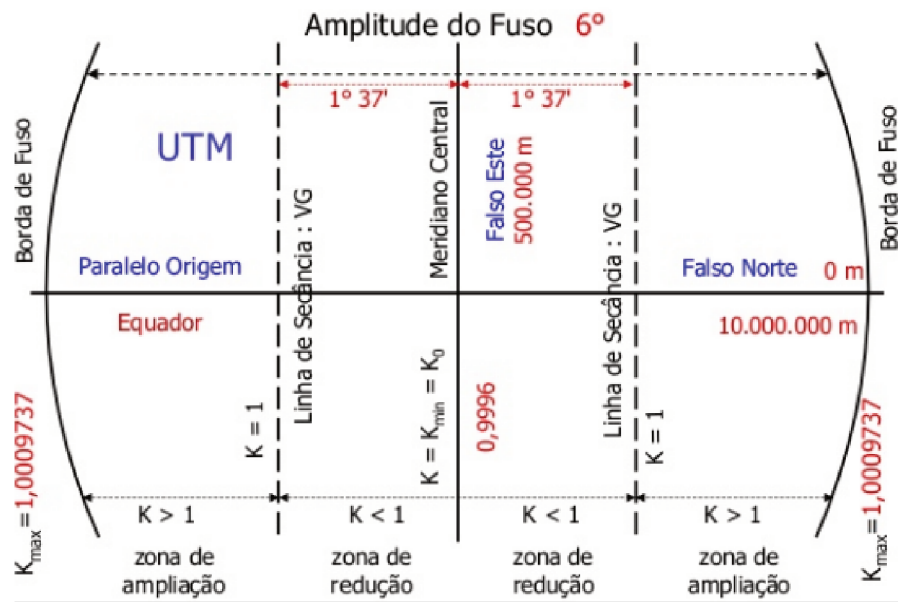
Conforme Menezes e Fernandes (2013) O sistema Universal Transversa de Mercator (UTM) foi adotado pelo Brasil em 1955, passando a ser utilizado pela DSG e IBGE para o mapeamento sistemático do país. Gradativamente, foi o sistema adotado para o mapeamento topográfico de qualquer região, e hoje é utilizado ostensivamente em qualquer tipo de levantamento.

Gerhard Kremer Mercator (1512-1594) matemático e cartógrafo belga é o autor das projeções TM, atualmente considerado o pai da Cartografia Moderna. Foi o introdutor do uso de projeção cilíndrica e também da confecção de mapas para navegação. Somente em 1950 foi adotado a formatação do sistema como é hoje.

Zimmermann (2020) comenta que Mercator utilizou como superfície de projeção 60 cilindros transversos e secantes à superfície de referência, cada um com amplitude de 6 graus em longitude. No sistema de projeção UTM um fuso abrange grandes áreas, de aproximadamente 670 km de largura no sentido leste a oeste, as chamadas zonas UTM.

Fróes (2020) comenta que o sistema UTM não apresenta deformações angulares, porém as distâncias e áreas apresentam deformações. Dependendo da posição dos pontos dentro do fuso UTM, o erro linear é dado pelo coeficiente de distorção linear ou fator de escala (k). Nas linhas de secância $k = 1$ não existe distorção, pois as mesmas se projetam em verdadeira grandeza, por imposição do método. Entre as linhas de secância apresenta-se uma zona de redução, onde as distâncias projetadas no plano são menores do que as distâncias reais do elipsoide, portanto $k < 1$. Entre as linhas secância e as bordas do fuso, apresenta-se as zonas de ampliações nas quais o fator de escala excede sendo $k > 1$, conforme se vê na figura 4.A intersecção do meridiano central do fuso com a linha do Equador define a origem do sistema de coordenadas UTM. As coordenadas UTM (N,E) no eixo do sistema possuem os valores (10.000.000, 500.000). Para o eixo N, ao sul da linha do equador os valores reduzem e ao norte são somados. Para o eixo E, ao oeste da linha do meridiano central os valores reduzem e ao leste são somados.

Figura 4 - Sistemas de coordenadas e zonas de redução e ampliação.



Zimmermann (2020) considera as seguintes vantagens na utilização do sistema UTM, sendo algumas delas:

- Dados georreferenciados;
- Programas GNSS (GPS - Estados Unidos; GLONASS – Rússia; GALILEU - União Europeia) trabalham também no sistema UTM;
- Estações totais podem trabalhar no sistema UTM (cuidar da altitude e fator de escala);
- Programas de topografia preparados para cálculos utilizando UTM;
- Os levantamentos contíguos se encaixam e podem ser sistemáticos;
- Conceitualmente correto por planificar a superfície curva;
- Programas CAD trabalham no sistema plano retangular (facilitando o uso em UTM);

2.5 LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS

Segundo a Norma Brasileira NBR 13133 – Execução de levantamento topográfico, levantamento topográfico é:

Conjunto de métodos e processos que, através de medições de ângulos horizontais e verticais, de distâncias horizontais, verticais e inclinadas, com instrumental adequado à exatidão pretendida, primordialmente, implanta e materializa pontos de

apoio no terreno, determinando suas coordenadas topográficas. A estes pontos se relacionam os pontos de detalhes visando à sua exata representação planimétrica numa escala predeterminada e à sua representação altimétrica por intermédio de curvas de nível, com equidistância também predeterminada e/ou pontos cotados (ABNT, 1994).

Ainda de acordo com a ABNT (1994) o levantamento topográfico é voltado para representar as feições do terreno ou área que se desejar estudar, que deve contar com uma riqueza de detalhes da superfície topográfica, por meio de medições de ângulos e distâncias horizontais e verticais, destinados à representação real dos elementos e sua posição em campo, onde os dados do levantamento de campo serão processados e terá uma representação por meio de um desenho topográfico em escala.

Os tipos de levantamentos topográficos são classificados em planimétrico, altimétrico e planialtimétrico.

2.5.1 Planimétrico

Segundo a Norma Brasileira NBR 13133 – Execução de levantamento topográfico, levantamento planimétrico é:

Levantamento dos limites e confrontações de uma propriedade, pela determinação do seu perímetro, incluindo, quando houver, o alinhamento da via ou logradouro com o qual faça frente, bem como a sua orientação e a sua amarração a pontos materializados no terreno de uma rede de referência cadastral, ou, no caso de sua inexistência, a pontos notáveis e estáveis nas suas imediações (ABNT, 1994).

Levantamentos planimétricos tem o interesse apenas na representação dos elementos na sua posição horizontal, desprezando quaisquer desníveis existentes na área que foi levantada, visando à caracterização da área em um plano, ou seja, em planta.

2.5.2 Altimétrico

Segundo a Norma Brasileira NBR 13133 – Execução de levantamento topográfico, levantamento altimétrico é:

Levantamento que objetiva, exclusivamente, a determinação das alturas relativas a uma superfície de referência, dos pontos de apoio e/ou dos pontos de detalhes, pressupondo-se o conhecimento de suas posições planimétricas, visando à representação altimétrica da superfície levantada (ABNT, 1994).

Levantamento altimétrico visa exclusivamente à determinação de alturas relativas dos pontos em campo, sendo também necessária a sua posição planimétrica na superfície.

2.5.3 Planialtimétrico

Segundo a Norma Brasileira NBR 13133 – Execução de levantamento topográfico, levantamento planialtimétrico é:

Levantamento topográfico planimétrico acrescido da determinação altimétrica do relevo do terreno e da drenagem natural (ABNT, 1994).

Esse tipo de levantamento tem como objetivo fornecer todos os dados necessários para o projeto, pois se tem conhecimento da posição horizontal dos pontos na superfície como a interpretação do relevo em forma conjunta. Em levantamento topográfico planialtimétrico o mais comum no cadastramento de dados é feita em uma etapa única em que se obtém todas as componentes do ponto (X, Y e Z).

2.6 EQUIPAMENTOS TOPOGRÁFICOS

Após a Segunda Guerra Mundial, a tecnologia começou a se desenvolver muito rapidamente e ramo da topografia não ficou de fora. Surgindo novos equipamentos que antes eram apenas utilizados na área militar, como exemplo a tecnologia GNSS. No caso dos teodolitos, as inovações concentram 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.

A produtividade das equipes de campo aumentou exponencialmente junto com a confiabilidade dos resultados.

Existem vários equipamentos disponíveis para serviços de topografia e locação. Cada um possui peculiaridades que o tornam mais adequado a determinado método, tipo de serviço ou nível de precisão requerido. A seguir, uma breve discussão sobre os principais equipamentos empregados na topografia de obras.

2.6.1 Teodolitos

Zilkha (2014) comenta que o teodolito é um instrumento óptico utilizado na topografia para medições de ângulos horizontais e verticais, seus eixos possuem círculos graduados que são lidos através de lentes de aumento. Todos os dados de campo (ponto, ângulo horizontal e ângulo vertical) devem ser anotados em uma caderneta de campo, pois o teodolito óptico-mecânico, não tem a capacidade de armazenamento de dados. Na década de 70, surgiram os teodolitos eletrônicos. A diferença básica, em relação aos teodolitos clássicos óptico-mecânicos, consistiu na substituição do leitor ótico de um círculo graduado por um sistema de captadores eletrônicos. Nestes instrumentos, os ângulos são lidos diretamente em um visor com “*display*” de cristal líquido. Alguns teodolitos eletrônicos possuem a capacidade de armazenamentos de dados, podendo ser transferidos para o computador. Na figura 5 mostra um exemplo da diferença entre o teodolito eletrônico e o óptico-mecânico.

Figura 5 - Teodolito eletrônico e óptico-mecânico



Fonte: França et al (2018).

O teodolito foi extensivamente usado em trabalhos de topografia, pelos profissionais da área para aplicações voltadas aos levantamentos, projetos e obras, alguns modelos possuem alta precisão angular, com um desvio padrão menor ou igual há dois segundos, mais se tornou obsoleto quando surgiram equipamentos que possuem sistema de sensor eletrônico que compensa automaticamente a inclinação do equipamento, levando-o à horizontalidade de sua base, e equipamentos que já possuem integrados dispositivos eletrônicos de distâncias em que

alguns modelos de teodolitos podem ser acoplados e podemos dizer que principalmente à questão da produtividade, sendo neste quesito, superado pelos instrumentos de medição eletrônica.

A NBR 13133 (1994) classifica os teodolitos segundo o desvio padrão de uma leitura angular observada em duas posições diferentes da luneta.

Tabela 1 - Classificação dos teodolitos segundo a NBR 13133.

Classes dos teodolitos	Desvio-padrão precisão angular
1 - precisão baixa	$\leq \pm 30''$
2 - precisão média	$\leq \pm 07''$
3 - precisão alta	$\leq \pm 02''$

Fonte: NBR 13133, (ABNT, 1994).

2.6.2 Estações Totais

As estações totais revolucionaram a topografia em meados dos anos 70, com a facilidade de uso e rapidez quanto à utilização, simplificando os trabalhos de campo e escritório, pois em apenas um equipamento possui a combinação do teodolito eletrônico (medidas angulares), um medidor eletrônico de distância (MED) e possuindo memória interna para armazenamento de dados coletados em campo ao qual podem ser transferidos via cabo para um computador, via *bluetooth* ou via cartão de memória, para posteriormente processamento dos dados no escritório.

Uma das vantagens de uma estação total é que ela elimina a influência do operador no resultado das leituras ou registro das informações, assim reduzindo os erros grosseiros cometidos. Elas possuem funcionalidades que fornecem para o operador, tais como: o cálculo da distância horizontal, diferença de nível, calcula de coordenadas e a altitude/cota do ponto. O equipamento é, normalmente, composto pela estação total, um tripé, um prisma ótico e um bastão, conforme a Figura 6.

Figura 6 - Estação total, tripé, bastão e prisma.



Fonte: Geotécnico Equipamento e Sistema Topográficos, (2020).

As estações totais são dependentes da utilização de um tripé para sua sustentação, posicionamento no ponto topográfico e adequação da altura para o operador, também necessita de um prisma que é destinado à reflexão do sinal emitido pela estação total em que a distância é determinada a partir de um número inteiro de comprimento de onda mais uma diferença de fase entre a onda emitida e a refletida. Em outros termos mede-se o tempo que a onda levou para ir e voltar, como se tem a sua velocidade (velocidade da luz 3000.000 km/s), obtém-se o espaço. Um bastão é utilizado para elevar o ponto topográfico a uma altura visível ao operador da estação total, mantendo a sua verticalidade com a utilização de um nível de bolha circular acoplado ao bastão.

A NBR 13133 classifica as estações totais de acordo com sua precisão angular e linear, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 - Classificação de estações totais segundo a NBR 13133.

Classe de estações totais	Precisão angular	Precisão linear
Precisão baixa	$\leq \pm 30''$	$\pm (5\text{mm} + 10 \text{ ppm} \times D)$
Precisão média	$\leq \pm 07''$	$\pm (5\text{mm} + 5 \text{ ppm} \times D)$
Precisão alta	$\leq \pm 02''$	$\pm (3\text{mm} + 3 \text{ ppm} \times D)$

Fonte: NBR 13133, (ABNT, 1994).

2.6.3 Equipamentos GNSS

GNSS (*Global Navigation Satellite System* – sistema global de navegação por satélite), equipamento ilustrado na figura 7, além de navegação também é um sistema de posicionamento (determinação de coordenadas), vem ganhando notoriedade em poucos anos sendo popularmente implementada em mapas e rotas de aplicativos de celulares e também em diferentes áreas como engenharia civil, telecomunicações, aviação civil, meio ambiente, entre outros.

Segundo Klein e Guzatto (2018) “O princípio básico de funcionamento do GNSS consiste na obtenção de distâncias por meio dos sinais emitidos pelos satélites e rastreados pelo receptor. Uma vez que informações sobre as posições dos satélites também são transmitidas nos sinais, o receptor calcula a posição do usuário em tempo-real com precisão de alguns metros. Utilizando mais receptores, métodos e softwares adequados e/ou receptores mais sofisticados, o nível de precisão do posicionamento pode atingir poucos milímetros”.

Figura 7 - Equipamento GNSS.



Fonte: SC Paraná, 2020.

O equipamento pode realizar a coleta de dados sobre um ponto sem a necessidade da visada em outro, que seja a referência, algo que é fundamental em outros equipamentos, como a estação total.

Também existem diferentes possibilidades para realização dos levantamentos e locações com GNSS. Para levantamentos um dos mais utilizados é o método estático, que necessariamente exige dois equipamentos rastreando simultaneamente. O primeiro deles,

chamado comumente de estação Base, estará posicionado sobre um ponto com coordenadas conhecidas, e o segundo, estação Móvel, estará posicionado sobre o ponto cujas coordenadas se deseja determinar. Após os levantamentos será feito processamento dos dados através de *software* específico e determina-se a coordenada do ponto.

Atualmente, o IBGE vem implementando a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC), onde equipamentos fazem rastreamento contínuo e se comunicam ou disponibilizam os dados para os usuários, fornecendo amplo suporte para os trabalhos com GNSS em geral. Nesse caso, o levantamento poderá ser feito com um só equipamento, o móvel, algo que facilita muito o trabalho dos profissionais da área. Os dados do rastreamento simultâneo na estação de base podem ser obtidos no *site* do IBGE, no momento do processamento.

2.6.3.1 Erros Envolvidos no Uso dos Equipamentos GNSS

As observáveis GNSS, ou seja, as medidas de distância entre satélite e receptor, estão sujeitas aos erros aleatórios, sistemáticos e grosseiros. Estes deverão ser identificados e na medida do possível eliminados ou minimizados, garantindo a obtenção de resultados de alta precisão. A seguir serão listados os diversos tipos de erros envolvidos nas observáveis GNSS.

- Erro orbital: Ele acontece através das observáveis pseudodistância e a fase da onda portadora. Sendo a diferença entre a posição do satélite, obtida pelas efemérides e a posição “real” do satélite, sendo propagado o erro para as coordenadas estimadas.
- Multicaminho: É quando os sinais transmitidos pelo satélite não são apenas os sinais vindo diretamente, mais também à chegada de sinais refletidos direto de objetos próximos.
- Perdas de ciclo: É perda de sinal entre o receptor e o satélite, sendo muito comum de acontecer, sendo causado por obstáculos, aceleração do receptor, entre outros. Quanto maior for o intervalo de tempo durante o qual houve perda de ciclo, mais difícil será sua correção.

2.7 NORMAS TÉCNICAS

Para a realização de um trabalho de levantamento topográfico de qualidade é necessário seguir às normas vigentes. São elas que vão orientar o trabalho, padronizar e fornecer garantias técnicas.

No Brasil, a principal entidade regulamentadora é a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Para topografia utilizamos uma norma específica para Execução de Levantamentos Topográficos que é a NBR 13.133:1994.

Existem outras normas que são aplicáveis de acordo com o tipo de trabalho a ser executado, como:

- NBR 14.645:2001 – Elaboração do “como construído” (*as built*) para edificações;
- NBR 14.166:1998 – Rede de Referência Cadastral Municipal;
- IBGE – Resolução PR nº 22, de 21 de julho de 1983 – Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos;
- NBR 15.309:2005 – Locação topográfica e acompanhamento dimensional de obra metroviária e assemelhada;
- NBR 15.777:2009 – Convenções topográficas para plantas e cartas.

Seguindo as normas vigentes o profissional terá garantias na qualidade técnica do levantamento topográfico e do material técnico produzido para uma obra de engenharia. As normas técnicas da ABNT serão brevemente descritas a seguir.

2.7.1 NBR 13133

A norma ABNT NBR 13133 - Execução de Levantamentos Topográficos, do ano de 1994, tem por objetivo orientar os trabalhos de topografia.

Esta Norma fixa as condições exigíveis para a execução de levantamento topográfico destinado a obter:

- a) Conhecimento geral do terreno: relevo, limites, confrontantes, área, localização, amarração e posicionamento;
- b) Informações sobre o terreno destinadas a estudos preliminares de projetos;
- c) Informações sobre o terreno destinadas a anteprojetos ou projetos básicos;

- d) Informações sobre o terreno destinadas a projetos executivos. (ABNT, 1994).

A NBR 13133 apresenta uma grande quantidade de outras normas que são necessárias à consulta, definições adotadas, aparelhagem, condições gerais e específicas, inspeção e condições de aceitação ou rejeição para os levantamentos topográficos.

2.7.2 NBR 14645

A norma ABNT NBR 14645 – Elaboração do “como construído” (*as built*) para edificações. Foi elaborada pelo Comitê Brasileiro da Construção Civil (ABNT/CB-02), no ano de 2001 e vem sofrendo alterações ao decorrer dos anos. A norma é dividida em três partes: A norma ABNT NBR 14645-1 – Elaboração do “como construído” (*as built*) para edificações. Parte 1: Levantamento planialtimétrico e cadastral de imóvel urbanizado com área até 25000 m², para fins de estudos, projetos e edificação. Com o objetivo expresso no seu item 1:

- a) Obter conhecimento do terreno quanto ao seu relevo, limites, confrontações, área, localização, amarração e posicionamento;
- b) Obter informações sobre os limites (divisas) do imóvel e sua área, de forma a possibilitar a confrontação com os dados do seu título de propriedade: certidão de registro de imóveis, IPTU, escritura de compra e venda, compromisso de compra e venda, matrícula e outros documentos pertinentes;
- c) Fornecer informações do terreno destinadas a estudos preliminares, projetos e edificação;
- d) Possibilitar a implantação e a realização das diversas etapas de controle dimensional das obras de edificação, desde a terraplenagem, fundação, estrutura, instalações até o “como construído” (*as built*) (ABNT, 2001).

A norma ABNT NBR 14645-2 – Elaboração do “como construído” (*as built*) para edificações. Parte 2: Levantamento planimétrico para registro público, para retificação de imóvel urbano. Com o objetivo expresso no seu item 1:

Esta parte da ABNT NBR 14645 fixa os requisitos a seguir, exigíveis para a retificação descritiva de imóvel perante o Registro Público, através do levantamento topográfico planimétrico, executando conforme o procedimento da ABNT NBR 14645-1:

- a) Analisar o título correspondente ao imóvel em questão, quanto à localização e confrontações;
- b) Ressaltar e garantir que o perímetro do imóvel analisado abrange somente o registro retificando, sem atingir outros registros;
- c) Comparar a situação tabular (obtida através das análises de títulos) com o levantamento topográfico planimétrico (situação física); e

- d) Definir o perímetro intramuros do registro retificando e apresentar o memorial descritivo que não acarrete em avanços ou sobreposições nos registros dos imóveis lindeiros.

A norma ABNT NBR 14645-3 – Elaboração do “como construído” (as built) para edificações. Parte 3: Locação topográfica e controle dimensional da obra. Esta parte da norma “estabelece os requisitos exigíveis para a locação e o controle dimensional da obra, com as anotações de todas as alterações ocorridas no transcorrer da obra, e indica os procedimentos para se chegar ao projeto executado, a partir de um projeto executivo” (ABNT, 2005).

Nesta parte da norma estão às orientações para a elaboração do “como construído”, desde as etapas preliminares como: levantamento topográfico, projeto executivo, apoio topográfico e outros. A execução da locação e finalizando com um novo levantamento topográfico para o controle dimensional do trabalho realizado, revisão e atualização do projeto.

2.7.3 NBR 14166

A norma ABNT NBR 14166 - Rede de Referência Cadastral Municipal, do ano de 1998, apresenta:

As condições exigíveis para a implantação de uma Rede de Referência Cadastral fixada por esta Norma compatibilizam os procedimentos no sentido de se estabelecer a infraestrutura de apoio geodésico e topográfico que proporcione a normalização e sistematização de todos os levantamentos topográficos, quer pelo método direto (clássico), quer pelo método aerofotogramétrico, ou outro que vier a ser criado, executados em qualquer escala e para qualquer finalidade no âmbito municipal, por agentes públicos ou privados, no escopo de sua inclusão em um mesmo sistema, atualizando-o e complementando-o (ABNT, 1998).

Assim, a mesma tem como objetivo:

Esta Norma fixa as condições exigíveis para a implantação e manutenção da Rede de Referência Cadastral Municipal destinada a:

- a) Apoiar a elaboração e a atualização de plantas cadastrais municipais;
- b) Amarrar, de um modo geral, todos os serviços de topografia, visando as incorporações às plantas cadastrais do município;
- c) Referenciar todos os serviços topográficos de demarcação, de anteprojetos, de projetos, de implantação e acompanhamento de obras de engenharia em geral, de urbanização, de levantamentos de obras como construídas e de cadastros imobiliários para registros públicos e multifinalitários (ABNT, 1998).

A norma traz condições específicas para implantação e manutenção de pontos de apoio geodésicos e topográficos, no intuito de formar uma base de pontos de uma rede de

referência para a normalização dos levantamentos topográficos de obras de engenharia em geral.

2.7.4 Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos em Território Brasileiro

O IBGE através da resolução – PR nº 22, de 21 de julho de 1983, estabelece que:

As especificações e Normas Gerais destinam-se a regularizar a execução dos Levantamentos Geodésicos em território brasileiro, estabelecendo tolerâncias e critérios segundo os quais deverão ser conduzidos de maneira a serem aceitos como contribuição ao Sistema Geodésico Brasileiro (IBGE, 1983).

O SGB (Sistema Geodésico Brasileiro) é um conjunto de pontos geodésicos implantados em nosso território, contribuindo para solução referência para as atividades cartográficas.

2.7.5 NBR 15309

A ABNT NBR 15309 - Locação topográfica e acompanhamento dimensional de obra metroviária e assemelhada, do ano de 2005, seu objetivo é descrito no item 1:

Fixar os requisitos exigíveis para a locação topográfica e acompanhamento dimensional de obra metroviária e assemelhada em vala a céu aberto, túnel, estação, superfície e elevado, destinada a:

- a) apoiar a construção e atualizar o cadastro de obras metroviárias e assemelhadas;
- b) controlar os serviços topográficos de cadastramento, anteprojeto, projeto, implantação, acompanhamento e levantamento de obras como construídas (*as built*) no sistema metroviário e assemelhadas;
- c) servir de parâmetro para todos os serviços de topografia, os quais envolvem obras referentes ao sistema metroviário e assemelhadas (ABNT, 2005).

A norma foi produzida devido ao grande aumento de obras de engenharia de túneis, sendo necessária a pronização de procedimentos para os trabalhos de topografia nesse tipo de obra complexa para engenharia.

2.7.6 NBR 15777

A ABNT NBR 17777 – Convenções topográficas para cartas e plantas cadastrais – Escalas 1:10.000, 1:5.000, 1:2.000 e 1:1.000. Foi elaborada no ano de 2009, é uma norma voltada para procedimentos de padronização de mapeamentos, cartas e plantas cadastrais.

Esta Norma considera os seguintes fatores que interferem nessa padronização:

- a) Escala de representação dos acidentes geográficos naturais e artificiais;
- b) Tamanho e padrão da simbologia pontual de acordo com a escala de representação;
- c) Espessura, largura, padrão de traço de linhas e espaçamento (caso de linhas tracejadas e com traço e ponto) em função da escala de representação; e
- d) Espessura, largura e padrão de traço e espaçamento (caso de contornos tracejados e com traço e ponto) dos contornos de polígonos, bem como da construção do bloco de símbolos destes elementos em função da escala de representação (ABNT, 2005).

2.8 ERROS EM TOPOGRAFIA

Com toda a evolução dos equipamentos de medições, conhecimento adquirido através dos anos pelos profissionais e as leis que regulam a profissão, as medidas obtidas não estão isentas de erros. Sendo possível estar relacionada a causas diversas que estão intrinsicamente ligadas a topografia.

Teixeira (2008) considera que os erros inerentes a topografia são classificados em três categorias:

- Naturais: São aqueles ocasionados por fatores ambientais, ou seja, temperatura, umidade, vento, refração e pressão atmosférica, ação da gravidade, declinação magnética, etc.. Os erros são alterados sistematicamente, podendo variar em magnitude ao fim de longos períodos. São passíveis de correção desde que sejam tomadas as devidas precauções, métodos de medição apropriados e correção dos erros no resultado final da medição.
- Instrumentais: São oriundos dos defeitos ou imperfeições dos instrumentos ou aparelhos utilizados nas medições, sendo inevitáveis em cada medida. Alguns destes erros são classificados como erros acidentais e ocorrem ocasionalmente. Com procedimentos adequados, verificações de ajustes e calibração, podem ser reduzidas.

- **Pessoais:** São aqueles ocasionados pela falta de experiência ou conhecimento do operador. Sendo comuns os erros: de leitura dos ângulos, erro na leitura da régua graduada, transcrição dos dados, na contagem do número de trenadas, ponto visado errado, aparelho desnivelado, etc.. São classificados como erros grosseiros que resultam de descuido e devem ser evitados.

O erro está presente na topografia, mesmo que todos os processos sejam executados da maneira correta ele estará presente na medição realizada, é dever do operador de diminuir de forma considerável estes ao ponto de interferirem o mínimo possível.

A NBR 13133 (1994) traz algumas definições relacionadas aos erros cometidos, definindo, exatidão e precisão, como “Exatidão: Grau de aderência das observações, em relação ao seu valor verdadeiro que, sendo desconhecido, o valor mais provável é considerado como a média aritmética destas observações” (ABNT, 1994, p.3) e “Precisão: Valores que expressam o grau de aderência das observações entre si” (ABNT, 1994, p.4), conforme figura 8.

Figura 8 - Exatidão e Precisão.



Fonte: UFP, 2011.

Segundo Alves (2010), “Exatidão denota uma absoluta aproximação das quantidades de medidas aos seus valores verdadeiros. Ou seja, é o desvio padrão dos valores medidos e dos valores nominais ou de projeto”.

Erros de exatidão estão relacionados com erros sistemáticos (naturais), que podem ser resultado de problemas com aparelhos desretificados ou mal calibrados, entre outros. Erros sistemáticos tendem a ser constantes durante as medições e alteram a exatidão dos dados coletados.

Ainda segundo Alves (2010), “a precisão refere-se ao grau de refinamento ou a coerência de um grupo de medições e se avalia com base na magnitude das discrepâncias. Se forem feitas múltiplas medições da mesma quantidade e surgir pequenas discrepâncias, isso reflete uma alta precisão”.

Os erros Aleatórios (instrumentais) são resultados de limitações dos equipamentos, leitura feita ou presença de um comportamento não compreendido no sistema, contudo é possível procedimentos estatísticos para tratá-los.

3 LOCAÇÃO

A locação é uma etapa muito importante na execução de uma obra, podendo acontecer em diversos momentos ao longo da mesma. Conceitualmente, tem-se o seguinte sobre locação:

Pode ser definida como:

Locação: Demarcação, por meio de estacas, do eixo de uma via férrea ou estrada projetadas, assim como do lugar a ser ocupado por uma construção (DICIONÁRIO MICHELIS, UOL).

Bruck (1983) define locar ou marcar uma obra corresponde aos trabalhos de, com o máximo de exatidão, transferir para um determinado terreno na escala natural, as medidas de um projeto executado em escala reduzida.

A locação é feita com o intuito de implantar os diversos pontos necessários à execução da obra no terreno, sendo também referida como a própria implantação de obras. Por meio dela é possível demarcar as posições de quaisquer pontos, em quaisquer obras: edificações, rodovias, portos, hidrelétricas, saneamento, entre outros.

Os diversos processos e métodos de locação de obras podem ser tomados como o primeiro passo para uma boa execução das obras de engenharia e devem ser feitos com o maior rigor possível. Para bons resultados na etapa de locação é primordial que as etapas anteriores, como levantamentos topográficos, implantação de marcos e poligonais de apoio, elaboração de projetos, entre outras, sejam feitas com o mesmo rigor. Isso resulta em trabalhos de qualidade e obras bem executadas.

Existem diversas maneiras de se fazer a locação, sendo esta uma escolha que depende das especificidades de cada obra. Algumas delas são muito simples e não dependem de equipamentos, onde com simples fios de náilon, estacas e trena, podem ser atendidas as necessidades da obra. Porém, para grandes obras de acordo com o volume de trabalho e as suas peculiaridades obrigam o uso de meios mais avançados, como a topografia. Assim, pode-se dizer que a topografia tem grande importância para os projetos e obras, desde sua concepção até sua execução propriamente dita. Nos trabalhos de locação é amplamente empregada, colaborando para resultados confiáveis e precisos.

Antes do trabalho de locação em campo o profissional deve se atentar aos serviços que antecedem o início da locação, sendo um processo que irá garantir produtividade e confiança na realização dos trabalhos.

3.1 SERVIÇOS PRELIMINARES

O profissional responsável pela locação tem que ter em mãos o levantamento topográfico junto com o documento do imóvel (matrícula) para que sejam sanadas as dúvidas sobre o limite do terreno, área, perímetro, proprietários, pontos de apoio, sistema de referência, acidentes naturais, vegetação, etc.

A matrícula é um documento importante para que possamos definir os limites do imóvel a ser locado. Nela consta as dimensões legais do imóvel, mas que poucas vezes espelham a realidade. É comum o que existe “de fato” não coincidir com o “de direito”. Essa diferença pode estar relacionada à forma de levantamento das informações, aos erros nos documentos, à ausência de levantamento topográfico, a má fé dos proprietários lindeiros, entre outros.

Os projetos devem ser compatíveis com as dimensões do terreno, sistema de referência e pontos de apoio implantados no imóvel. Todas as incompatibilidades devem ser resolvidas antes da implantação no terreno.

Área do canteiro deve estar predominantemente limpa, sem presença de restos de vegetação, entulhos ou similares, com os serviços iniciais de terraplenagem ou escavação também concluídos.

Criação de uma caderneta de locação com os pontos a serem locados e de referência, transferindo-se para os equipamentos.

Os equipamentos e ferramentas que serão utilizados devem estar disponíveis e em condições adequadas de uso, para que sejam evitadas improvisações prejudiciais ao bom andamento do trabalho.

3.1.1 Gabarito

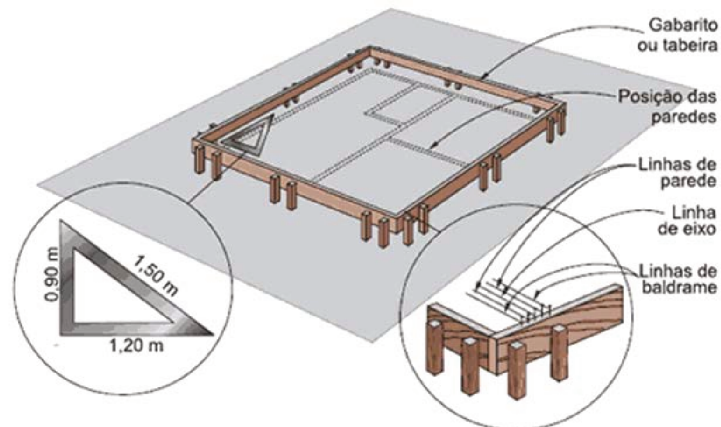
A locação da obra é o processo de transferência da planta baixa do projeto para o terreno, ou seja, os recuos, os afastamentos, os alicerces, as paredes, sapatas, pilares, etc.

Sendo o gabarito (figura 9) utilizado para isso, em sua construção é comum o emprego da madeira, pois é um material de qualidade suficiente para as necessidades e o tempo de uso, geralmente são utilizada a madeira serrada das espécies de pinus ou eucalipto. Ela deve possuir dimensões compatíveis e conferir rigidez ao gabarito, utilizam-se pontaltes cravados no solo na posição vertical e réguas pregadas nos mesmos na posição horizontal. Os pregos são para fixação de fios de náilon ou arame e orientação das posições de vigas e paredes, tendo os mesmos tamanho adequados para que sejam cravados no gabarito de forma segura e fiquem visíveis, podendo se fazer o uso de pelo menos dois tamanhos de pregos, um maior para marcação dos eixos e um menor para marcação de cada uma das faces da parede ou viga.

Geralmente, o gabarito é feito pelo mestre de obra, carpinteiros ou pedreiros, tendo que ser estabelecidos um ou mais níveis de referência, mantendo a horizontalidade do gabarito, sendo possível apenas com o uso da técnica de nivelamento com mangueira e o auxílio do nível de bolha. Marcado o nível de referência nas estacas, procede-se a fixação das réguas horizontais, materializando uma superfície estável e nivelada. A altura do gabarito geralmente é de 60 cm acima do nível do solo e em terrenos com um grande desnível, toda vez que o gabarito atinja uma altura de 1,50 m em relação ao solo deve ser fazer o rebaixo do gabarito novamente para altura inicial em relação ao solo.

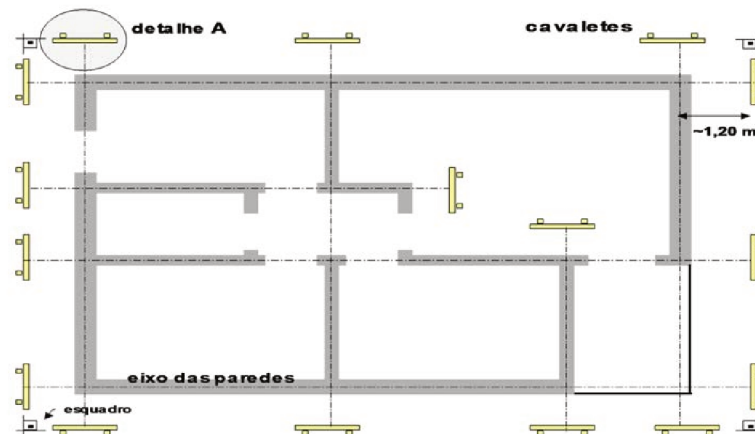
O gabarito é contínuo devendo contornar toda a futura edificação, é utilizada em obras de pequenas extensões (obras residenciais, sobrados e edifícios) com pouco desnível sobre o terreno ou em cavalete (figura 10) utilizado quando a obra possui grande extensão, desnível ou trânsito de equipamentos pesado durante a obra é um meio auxiliar que facilita em muito a locação das obras.

Figura 9 - Gabarito em torno da edificação.



Fonte: Reforma e Construção –Faz Fácil (2020).

Figura 10 - Esquemática de cavaletes em uma obra.



FONTE: PUC Goiás (2020).

Côrrea (2006) ressalta que a confecção do gabarito deverá estar cerca de 1,50 metros afastada da área real da construção, permitindo a passagem dos trabalhadores e das máquinas bate-estacas. Para a locação da armação do gabarito devem ser cravadas estacas de madeira 3”x3”in loco, devendo estar 0,60 metros abaixo do solo para uma fixação ideal e com espaçamento de 2,50 metros, assim obtendo resistência nos vãos das tábuas a serem pregadas.

3.1.2 Pontos de apoio

Em um levantamento topográfico devem ser implantados pontos de apoio que serão a referência em campo e que partir deles no início se fará os levantamentos de dados e depois a locação. O profissional responsável pelo levantamento deve escolher lugares estratégicos na obra que sejam intervisíveis e que não sofram danos ou se percam com o passar do tempo.

De acordo com a NBR 13133, Pontos de Apoio são:

Pontos, convenientemente distribuídos, que amarram ao terreno o levantamento topográfico e, por isso, devem ser materializados por estacas, piquetes, marcos de concreto, pinos de metal, tinta, dependendo da sua importância e permanência (ABNT, 1994).

A materialização dos pontos de apoio pode ser feita através do uso de piquetes, marco de concreto, pino ou parafuso, pintura e outros que irão exercer a mesma função. O objetivo maior da implantação é fornecer apoio topográfico de qualidade para quaisquer trabalhos de topografia e locação, em quaisquer obras.

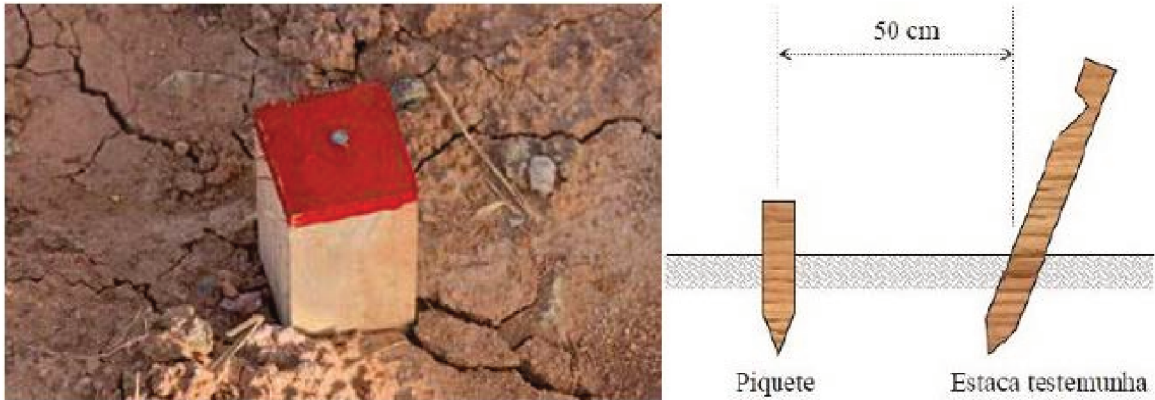
A quantidade de pontos é uma decisão que depende do tamanho da obra e do profissional, que deve ter uma malha de pontos que atenda todo perímetro.

- Piquetes

França et al. (2018), considera que os piquetes são usados para materializações temporárias, sendo madeira roliça ou de seção quadrada com a superfície no topo plana, a sua superfície pode ser pintada para maior visibilidade em campo, deve ser marcado na sua parte superior por prego (recomendado) ou outras formas de marcações que sejam permanentes, o seu comprimento gira em torno dos 15 a 30 cm (depende do tipo de terreno em que será realizada a medição) e seu diâmetro variando de 3 a 5 cm, ficando exposto apenas cerca de 3 a 5 cm, permanecendo visível.

Estacas ou estaca testemunha são utilizadas para facilitar a localização dos piquetes, indicando sua posição aproximada. Normalmente obedecem às seguintes características: cravadas próximas ao piquete cerca de 30 a 50 cm, comprimento variável de 40 a 100 cm, diâmetro variável de 3 a 5 cm. Na figura 11 é apresentada uma ilustração de como é feita a implantação de piquetes e estacas em campo.

Figura 11 - Esquemática de piquetes em campo.



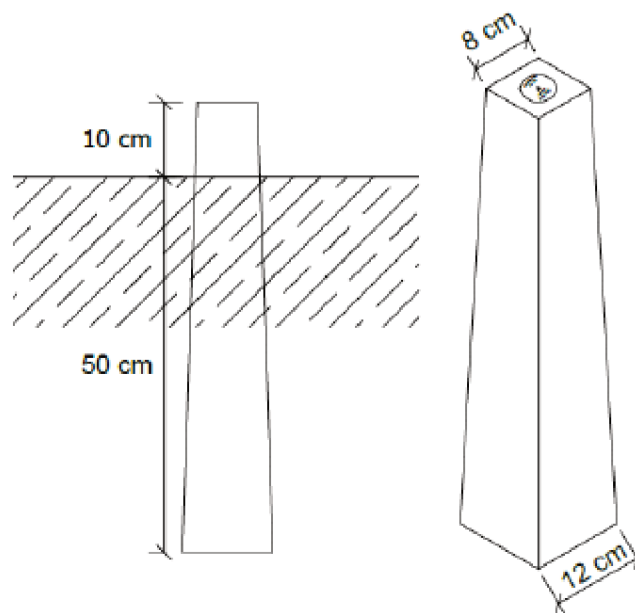
Fonte: Revista Equipe de Obra, (2011).

- Marco de concreto

Materialização bem resistente às intempéries e muito usado hoje em dia. Sugere-se o traço 1:3:4:0,5 (cimento:areia:brita:água), sem ferragem, no formato tronco de pirâmide para dificultar o arrancamento. O INCRA sugere as dimensões 8x12x60cm, que é bem esbelto e facilita o transporte. Mesmo assim, uma peça desta pesa mais de 15 kg (França et al. 2018).

Sobre ele deve estar marcado o ponto topográfico através de chapa, parafuso ou pino. Conforme a figura 12.

Figura 12 - Esquemática do marco de concreto.



FONTE: França et al, (2018).

- Pino ou parafuso

Elementos usados para cravar em juntas de calçadas e pisos ou em trincas do concreto. Devem ser em material resistente às intempéries como aço galvanizado ou inoxidável (França et al. 2018).

Figura 13 - Pinos ou parafusos, usados na implantação de pontos.



FONTE: França et al, (2018).

- Pintura

Pintura com tinta tipo esmalte sintético diretamente sobre superfície rígida, como calçadas, pisos, rochas e marcos de concreto (França et al. 2018).

Figura 14 - Marcação em rocha do ponto topográfico.



FONTE: Grupo Acre, (2020).

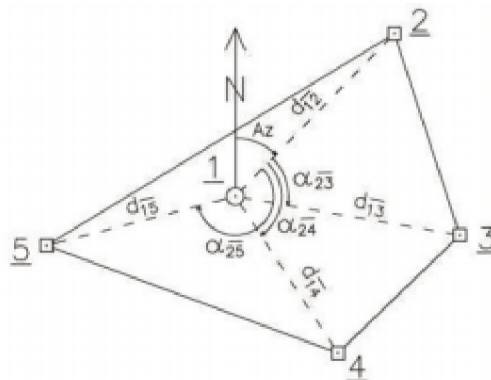
3.2 TÉCNICAS DE LOCAÇÃO

Locação é um dos procedimentos iniciais em toda em qualquer obra, sendo o ponto de partida e devendo ser executada com precisão. E para isso existem equipamentos e técnicas que são capazes de realizar esses procedimentos.

3.2.1 Coordenadas Polares

Às coordenadas polares são utilizadas para coletas de dados e também para locação necessitando de direções (ângulos) e distâncias a partir de um ponto de estação denominado polo, conforme figura 15. Para este método, são necessários instrumentos que medem ângulos e distâncias podendo ser teodolito e outro equipamento de medição de distância ou uma estação total. Para locação de pontos por esta técnica exige o cálculo das distâncias e ângulos, sendo pouco produtivo, tendo em vista os equipamentos usados no momento.

Figura 15 - Locação de pontos utilizando ângulos e distâncias.



FONTE: França et al, (2018).

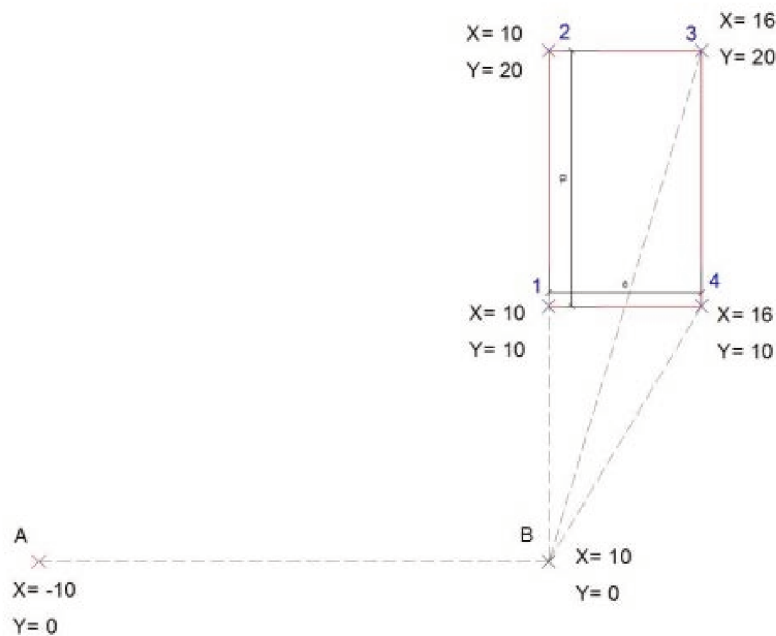
O procedimento de locação com estação total, utilizando as informações de coordenadas (retangular) dos pontos ela informará à distância e ângulo, entre os pontos de estação e de referência que estão sendo utilizados para orientação do sistema ou locação. Ou seja, o profissional estará trabalhando com coordenadas polares.

3.2.2 Coordenadas Retangulares

Fróes (2012) considera que para o uso de coordenadas retangulares é necessário que os pontos estejam expressos em um sistema de coordenadas retangular ou cartesiano. Estes sistemas normalmente representam um ponto no espaço bidimensional ou tridimensional. Um ponto é definido através de uma coordenada denominada abscissa (coordenada X) e outra denominada ordenada (coordenada Y) conforme figura 16 a origem desse sistema é o cruzamento dos eixos X e Y.

Coordenadas plano-retangulares UTM são utilizadas nos sistemas de projeções cartográficas. Onde as coordenadas N (norte) e E (leste) posicionam o ponto no plano.

Figura 16 - Locação por coordenadas.



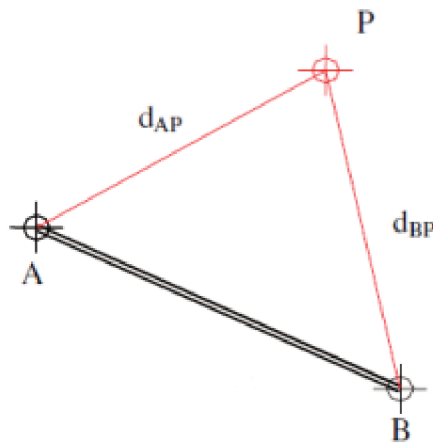
FONTE: FRÓES, (2020).

Atualmente é uma das técnicas de locação mais utilizada em obras de engenharia, pois o equipamento pode sair do escritório com as coordenadas armazenadas, devendo apenas o operador selecionar o ponto de locação. Este tipo de locação pode ser feito por estação total ou por meio de técnicas usando GNSS. Não são necessários cálculos em campo de ângulo e distâncias.

3.2.3 Interseção Linear

O método é aplicado quando se tem dois pontos já implantados (A e B) e pretende-se a locação de um terceiro ponto P. As distâncias AP e BP são calculadas pelas coordenadas dos pontos ou retiradas do projeto. É possível fazer o uso dessa técnica apenas com trena ou qualquer outro equipamento que faça medição de distâncias.

Figura 17 - Locação por interseção de distâncias.

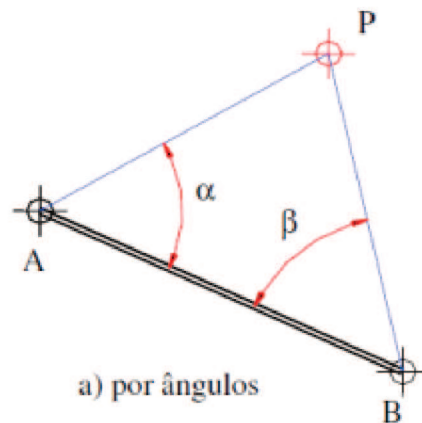


FONTE: FRÓES, (2020).

3.2.4 Interseção Angular

O método é bastante parecido com o linear mudando apenas de distância para ângulo, se fazem necessários dois pontos já implantados (A e B) e a pretensão de locar um terceiro ponto P. Os ângulos de AP e BP são calculados pelas coordenadas dos pontos ou retirados do projeto. É possível fazer o uso dessa técnica com um teodolito ou estação.

Figura 18 - Locação por interseção de ângulos.

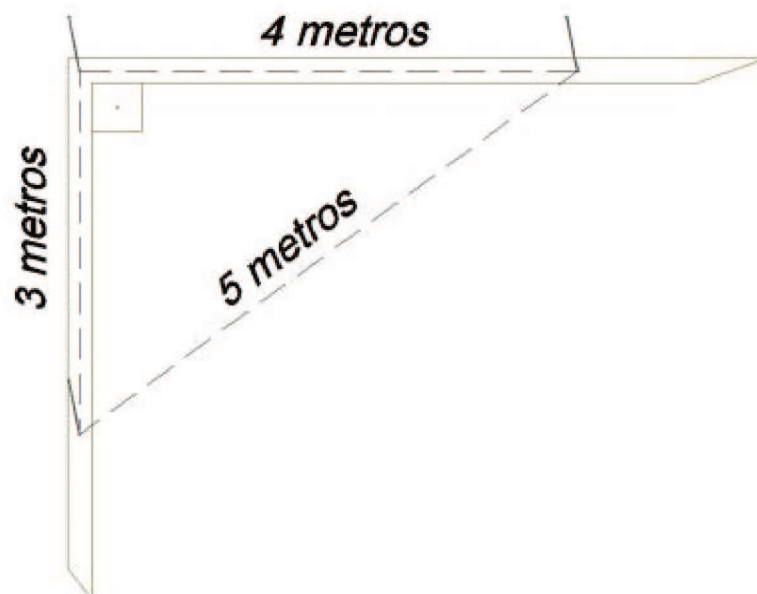


FONTE: FRÓES, (2020).

3.2.5 Pitagórico

Essa técnica serve para locações mais simples, onde o intuito é exclusivamente para demarcar em campo um ângulo reto (90°) fazendo uso de trena simples. Usando o Teorema de Pitágoras que trata da relação entre os lados de um triângulo retângulo, conforme figura 19. Esta técnica é utilizada pelos mestres de obras para locar os gabaritos sem a presença da topografia.

Figura 19 - Esquemática do triângulo retângulo.



FONTE: FRÓES, (2020).

Para evitar erros grosseiros, é interessante utilizar triângulos pitagóricos com valores inteiros e fazer o controle entre diagonais e distâncias relativas entre outros pontos.

3.2.6 Locação com Estação Total

Certamente é o equipamento mais utilizado para tal finalidade. Para ter agilidade o profissional deve sair do escritório com as coordenadas dos pontos do projeto armazenados na memória interna do instrumento. Em campo, o equipamento deve ser instalado sobre um ponto de apoio pertencente à mesma rede de referência do projeto, informando a coordenada do mesmo para estação. A orientação do sistema é feita quando se mede outro ponto pertencente à mesma rede de referência. A estação transforma as coordenadas (sistema retangular) para ângulos e distâncias (sistema polar). Após a orientação da estação, informado o próximo ponto desejado o instrumento indicará a direção e distância em que o auxiliar deve se deslocar até chegar à posição desejada.

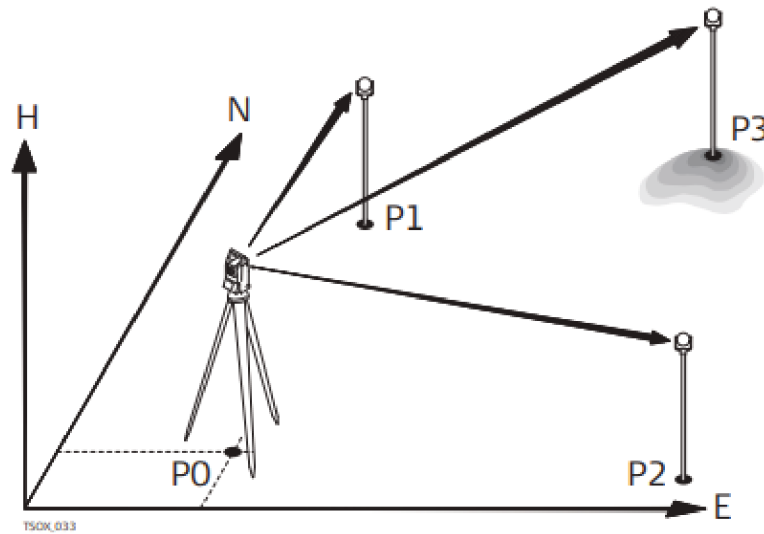
Em algumas estações é possível que tenha a possibilidade de ser fazer a locação por outros métodos, sendo eles programas internos ou recurso pertencente a algumas estações totais.

3.2.6.1 Estação Livre

De acordo com Cabral et al. (2018), este método de Estação Livre (figura 20) também pode ser chamado de resseção ou interseção à ré. O método determina as coordenadas do ponto de estação tendo como referência no mínimo dois pontos pertencentes a um sistema de coordenadas conhecidas.

Existe uma liberdade em relação ao ponto onde ficará instalado a estação total que pode ou não ser materializado, o local apenas dependerá da intervisibilidade dos pontos pertencentes ao sistema de referência.

Figura 20 - Ilustração da técnica de estação livre.



FONTE: Leica TS 02 User Manual de Utilização, (2020).

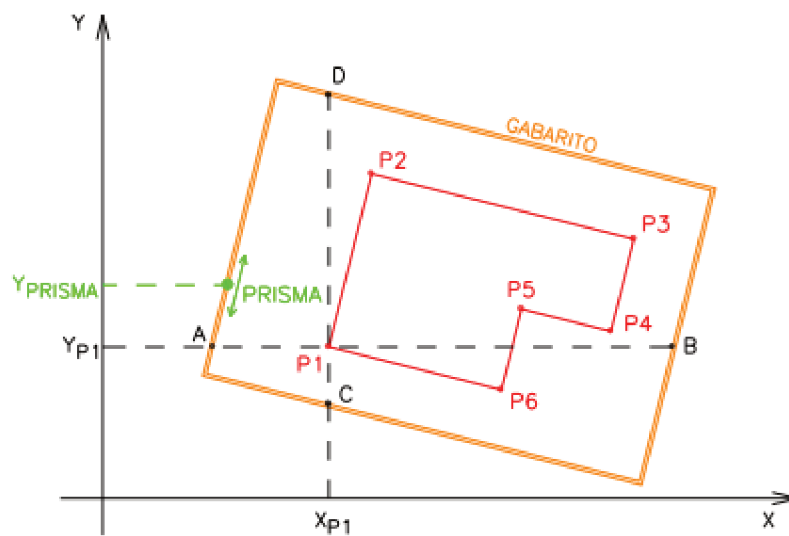
As coordenadas do ponto de estação são determinadas através da medida de ângulos e de distâncias aos pontos de referência, através de um procedimento de cálculo ou utilizando-se de um programa interno presente em estações totais modernas. Após a medição dos pontos são apresentados pelo programa os desvios padrão das novas coordenadas determinadas, cabendo ao profissional avaliar se atendem a precisão desejada, em algumas estações totais também pode ser apresentado o cálculo do fator de escala presente no sistema de referência.

3.2.6.2 Projeções (Catetos)

A locação por projeções é pouco conhecida e usada na topografia, sendo um recurso das estações totais. A locação por catetos é feita diretamente sobre gabaritos, com auxílio de um mini-prisma (conjunto de um bastão pequeno e prisma com bolha de nível) que fornece melhor verticalidade para utilização dessa técnica, que sobre os quais vai se demarcar todas as projeções X em uma direção e Y em outra direção. O equipamento a ser utilizado é a estação total pelo fato desta já efetuar o cálculo das coordenadas instantaneamente dos pontos locados. A demarcação é feita deslocando-se o prisma refletor sobre a régua do gabarito, fazendo-se uma medição. O instrumento traz como resultado as coordenadas X e Y onde o prisma está.

Compara-se a coordenada medida com a de projeto ou em algumas estações ela fornece os valores da diferença entre as coordenadas do prisma e a coordenada de projeto (ΔX e ΔY) sendo assim desloca-se o prisma até encontrar a coordenada de projeto, igualando-se as duas coordenadas do prisma e a de projeto. Num sentido a demarcação é feita dando a atenção somente para as abscissas (coordenada X), e no outro somente para as ordenadas (coordenada Y), demarcando os pontos. A Figura 21 ilustra uma situação de locação por catetos em que o ponto P1 deva ser locado no gabarito, sendo as suas respectivas projeções: A, B, C e D. A posição do prisma deve coincidir com as projeções do ponto para demarcação no gabarito.

Figura 21 - Ilustração da técnica da locação por catetos.



FONTE: França et al, (2018).

3.2.7 Locação com GNSS

Para uso dos equipamentos *GNSS* em locação é necessário que o levantamento seja georreferenciado ao sistema de coordenadas UTM. As técnicas mais utilizadas em topografia para locação com uso da tecnologia GNSS são RTK e o NTRIP.

3.2.7.1 RTK

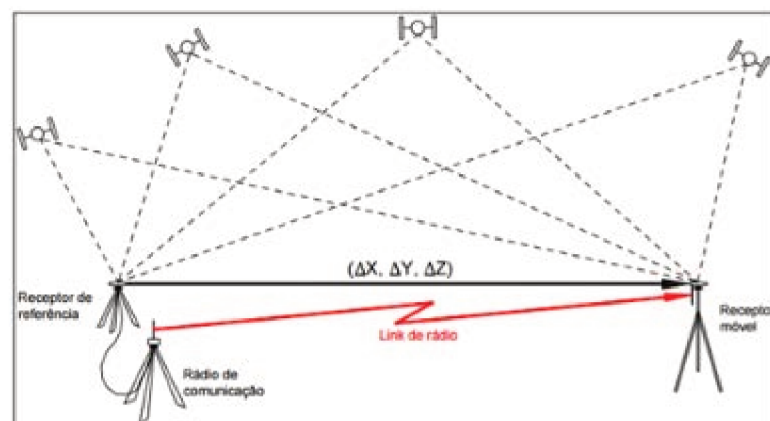
O sistema de posicionamento com RTK (*Real Time Kinematic*) é uma das técnicas mais utilizadas no mercado em função da sua produtividade e precisão que chega a ser milimétrica. A técnica RTK (figura 22) se baseia no emprego de dois receptores GNSS, onde

um será chamado de base que ficará em um ponto estacionário de coordenadas conhecidas e o outro será chamado de *rover* que fará coleta ou locação dos pontos. Nessa técnica os receptores trocam dados via rádio, possibilitando correções em tempo real, calculando as coordenadas (N,E,Z) do *rover* em tempo real.

Para uso de pontos estacionários o IBGE, criou-se na década de 1940 um conjunto de estações que representam o controle horizontal e vertical no território brasileiro conhecido como Sistema Geodésico Brasileiro (SGB).

Outra maneira de obter um ponto estacionário para uso é por meio de técnicas de rastreios GNSS e procedimentos de processamentos de dados que irão fornecer a coordenada do ponto dentro do sistema geodésico brasileiro.

Figura 22 - Sistema GNSS RTK.



FONTE: Geotrack Consultoria, (2020).

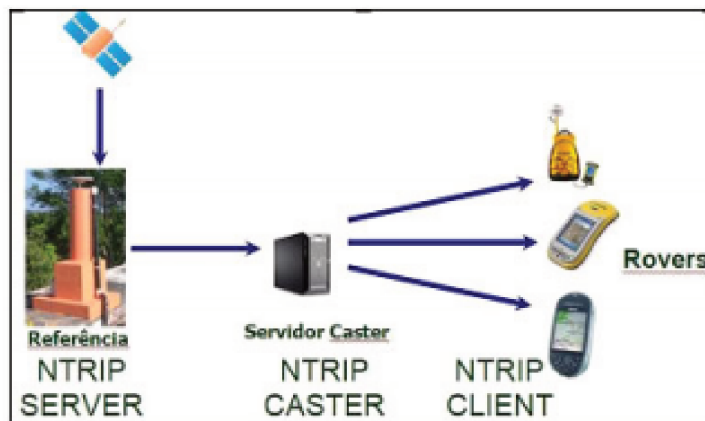
De acordo com Klein e Guzatto (2018) as limitações do RTK são em função da distância entre receptores que pode chegar a 15 km, em função do alcance da transmissão de dados via rádio por meio do enlace VHF (*very high frequency*) ou UHF (*ultra high frequency*), ou obstruções na comunicação devido a obstáculos naturais ou artificiais como morros, vegetação e prédios.

3.2.7.2 RTK NTRIP

Essa técnica NTRIP (*Networked Transport of RTCM via Internet Protocol*) é pouco utilizada dentro das obras de engenharia no Brasil, mas é muito difundida em outros países,

superando o uso do RTK como técnica de levantamentos de dados e locação de obras. A existência da RBMC – IP, que teve seu serviço disponibilizado em maio de 2009, deu início à transmissão dos dados e correções via protocolo NTRIP. Essa técnica utiliza sinais de telefonia celular para fazer a comunicação entre os receptores base e *rover*. O diferencial desta tecnologia está na possibilidade de fazer comunicação em grandes distâncias e com obstáculos entre os receptores. Como os sinais são emitidos pela internet pela receptora e retransmitidos pela antena de telefonia, basta que no local tenha cobertura de sinal de operadoras telefônicas ou acesso à internet por *Wifi*, ficando limitada a áreas com cobertura de internet, conforme esquema da figura 23. Florianópolis conta com duas estações da RBMC - IP, a SCFL (sigla para Santa Catarina - Florianópolis) está instalada na estação SAT91852, bairro Trindade, sobre o prédio da Biblioteca Universitária da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a estação SAT 91851, bairro Centro, sobre o prédio do Departamento Acadêmico de Construção Civil (DACC), do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC).

Figura 23 - Funcionamento RTK NTRIP



FONTE: Esteio Engenharia e Aerolevantamento S.A. (2020).

4 ESTUDO DE CASO - PESQUISA DOS MÉTODOS UTILIZADOS EM OBRAS

Depois de conhecer cada tipo existente de locação de obra utilizada na engenharia civil, por meio de bibliografias e normas técnicas em vigor, o próximo passo é a coleta de dados entre os profissionais que atuam na área.

Através da aplicação um questionário voltado para os serviços de locação, foram coletadas informações necessárias para fomentar o trabalho que está sendo proposto. A divulgação do questionário para o público alvo foi realizada através de redes sociais e aplicativos de mensagens.

Dentre as situações propostas nas perguntas foi possível descobrir quais foram os equipamentos frequentemente usados e técnicas praticadas em obras de engenharia, com o intuito de se fazer uma avaliação nos resultados obtidos.

4.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DOS RESULTADOS E AVALIAÇÃO

Os resultados obtidos com a pesquisa foram avaliados com base na bibliografia encontrada. As escolhas das técnicas e equipamentos utilizados em cada situação proposta teve o intuito de formar uma base consistente de dados e saber o que a maioria dos profissionais que atuam do mercado de trabalho utilizam quando o assunto é locação de obras.

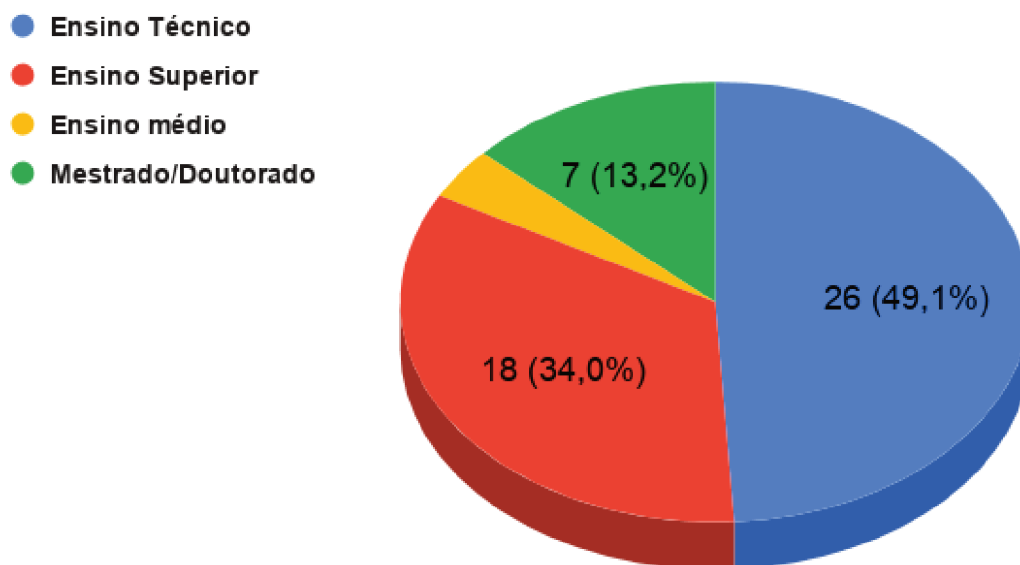
Para responder ao questionário o profissional deve considerar a situação proposta para melhor escolha de equipamento/técnica utilizada, sempre procurando garantir um bom trabalho e produtividade no serviço feito.

O questionário foi disponibilizado pelo endereço <https://forms.gle/wd363SWkQje26kF1A> e está no anexo A, contou com 53 respostas de profissionais que atuam no mercado de trabalho, ficando em vigor em um prazo de duas semanas. A média de tempo de serviços dos profissionais entrevistados foi de 10 anos, sendo, dessa forma, profissionais com conhecimento prático dos serviços realizados.

4.1.1 Escolaridade

De acordo com os resultados, a maior parte dos entrevistados possui o ensino técnico com 49,1 % (26 profissionais), sendo seguido pelo ensino superior com 34 % (18 profissionais), com mestrado ou doutorado com 13,2 % (7 profissionais) e ensino médio com 3,8 % (2 profissionais). De acordo com o gráfico 1, que mostra o nível de escolaridade dos entrevistados.

Gráfico 1 - Nível de Escolaridade.



FONTE: Elaborado pelo autor (2020).

A pesquisa realizada dois profissionais afirmaram possuir como escolaridade o ensino médio (cerca de 3,8 dos profissionais entrevistados). Mesmo sendo um número baixo em relação aos demais, chama a atenção o fato de que a escolaridade mínima exigida para exercer a profissão de topógrafo é o ensino técnico, porém os profissionais que atuam na área e que não possuem o curso são chamados de topógrafos práticos, que aprenderam com outros profissionais ou são autodidatas.

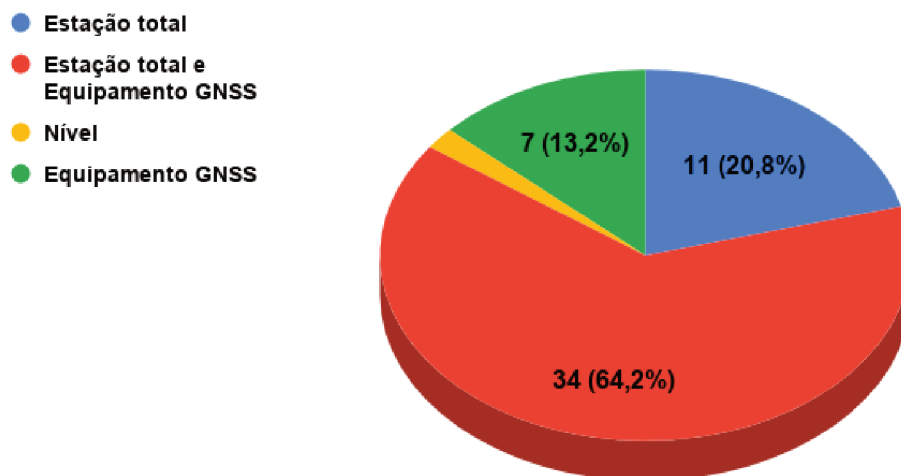
Em lugares com ausência de cursos técnicos ou superiores essa prática é muito recorrente o que reflete no número de pessoas que atuam no mercado de trabalho sem a titularidade de técnico ou de curso superior.

4.1.2 Equipamentos

Referente ao uso dos equipamentos, que são normalmente usados em campo pelos profissionais para locação (Gráfico 2), resultou na escolha do conjunto de estação total e equipamentos GNSS com uma porcentagem de 64,2 %, sendo 34 respostas nesse item, observa-se que essa é a preferência da maioria dos entrevistados. Os demais ficaram com os valores de 20,8 % no uso de apenas estação total, 13,2 % no uso de apenas equipamento GNSS e 1,9 % no uso de nível.

O equipamento nível pode ser usado para locação de linha de inundação, nivelamento do gabarito ou qualquer serviço de locação onde se deseja saber a diferença de nível entre dois pontos. O nível perde em produtividade para o uso de estação total ou equipamento GNSS, mais ganha na precisão dos pontos locados.

Gráfico 2 – Equipamentos normalmente usados para locação.

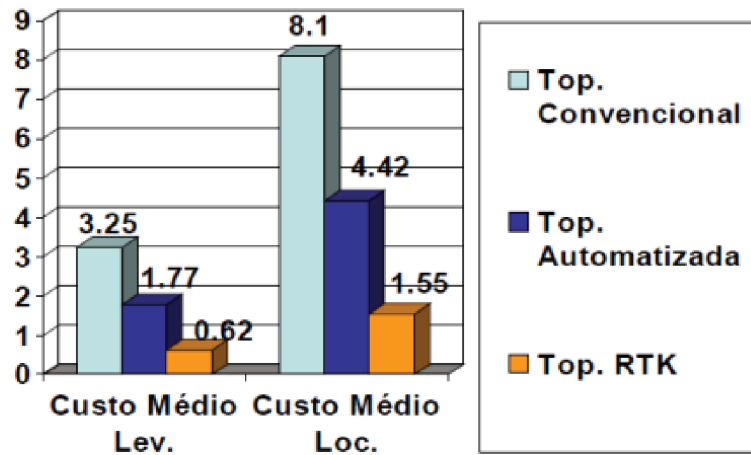


FONTE: Elaborado pelo autor (2020)

Os resultados demonstraram que a estação total ainda tem grande força no mercado de trabalho. Com uma menor produtividade do que o uso do GNSS, ela ainda se torna essencial para alguns trabalhos em que o equipamento GNSS fica impossibilitado devido as suas limitações. Em uma locação de maior porte a locação sendo feita com o uso da estação total tem um maior custo com pessoal, menor produtividade em comparação com o GNSS. Em obras de pequeno porte esse custo e produtividade acabam se igualando. A figura 24

mostra um comparativo dos custos médios de levantamento e locação entre a estação total convencional, robótica e o GNSS RTK. Em uma relação direta o valor da topografia convencional chega é 5 vezes maior do que o custo da topografia com utilizando RTK.

Figura 24 - Comparativo do custo médio entre os equipamentos.



FONTE: Polezel, (2011).

O valor de compra de um equipamento GNSS também é um grande empecilho para os topógrafos que estão começando a sua vida profissional, escolhendo fazer a compra do seu primeiro equipamento topográfico (uma estação total). Uma solução para os profissionais que ainda não possuem equipamentos é o aluguel, uma pesquisa realizada em empresas de venda e aluguéis de equipamentos topográficos em Florianópolis mostra os valores médios praticados hoje em dia. A tabela 3 mostra os equipamentos e valores de aluguéis de estações totais e equipamentos GNSS, mostrando valores referentes a uma diária e mensal.

Tabela 3 – Valores dos aluguéis Praticados em Florianópolis.

Equipamento	1 Dia	Mensal
Est. Total Topcon GPT-31007W	75 reais	1.000 reais
Est. Total Nikon Nivo 2.c	100 reais	1.500 reais
GNSS TRIMBLE R8s	330 reais	4.800 reais
GNSS SPECTRA SP60	310 reais	4.500 reais

FONTE: Elaborada pelo autor, (2020).

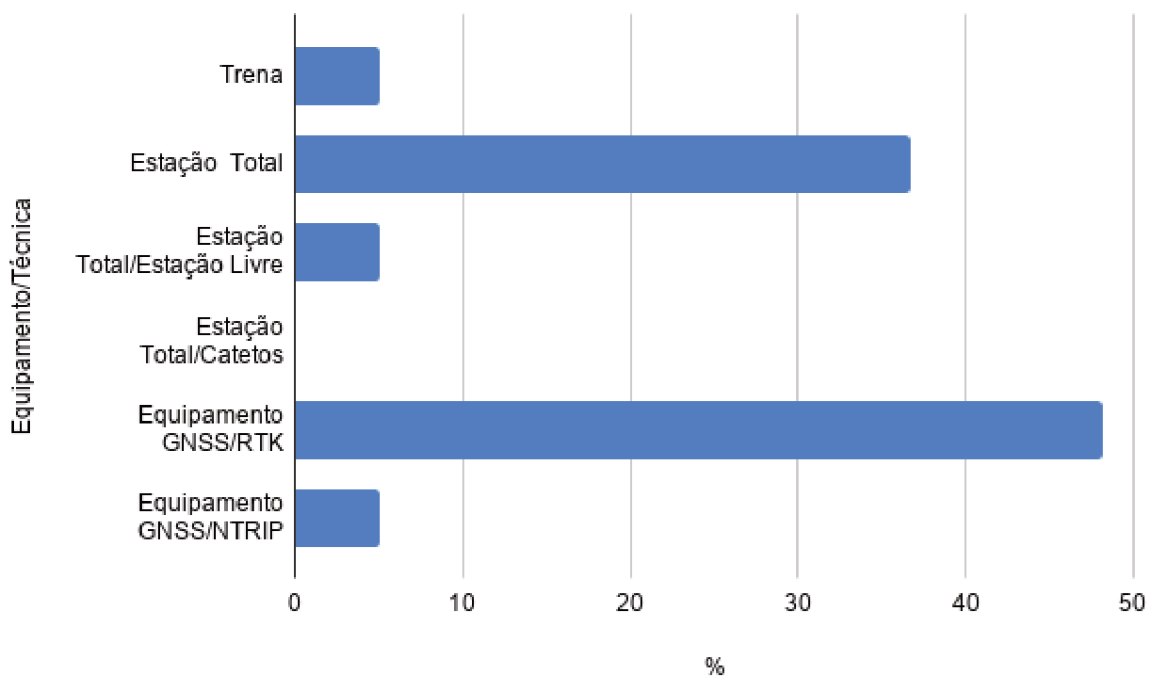
4.1.3 Preferências das Técnicas

Dentre as opções das técnicas de locação de obras pesquisadas, foi proposto para os entrevistados escolherem quais técnicas são mais utilizadas no seu cotidiano ou que tenham mais facilidade de se trabalhar. As opções utilizadas no questionário sendo referência para as demais perguntas foram: o uso de trena, estação total usando coordenadas retangulares, estação livre, catetos, GNSS RTK e GNSS NTRIP. O entrevistado podia escolher mais de uma em opção para cada pergunta do questionário.

Em relação às preferências na escolha do equipamento e técnica utilizada na hora da locação de obra (gráfico 3), o equipamento GNSS RTK foi o que obteve maior votação com 48 %, mostrando a força dessa tecnologia no mercado.

As demais opções obtiveram os seguintes resultados: trena 5 %, estação total 37 %, estação total/estação livre 5 %, estação total/catetos 0 % e equipamento GNSS NTRIP 5 %.

Gráfico 3 - Preferências de Equipamento/ Técnica.

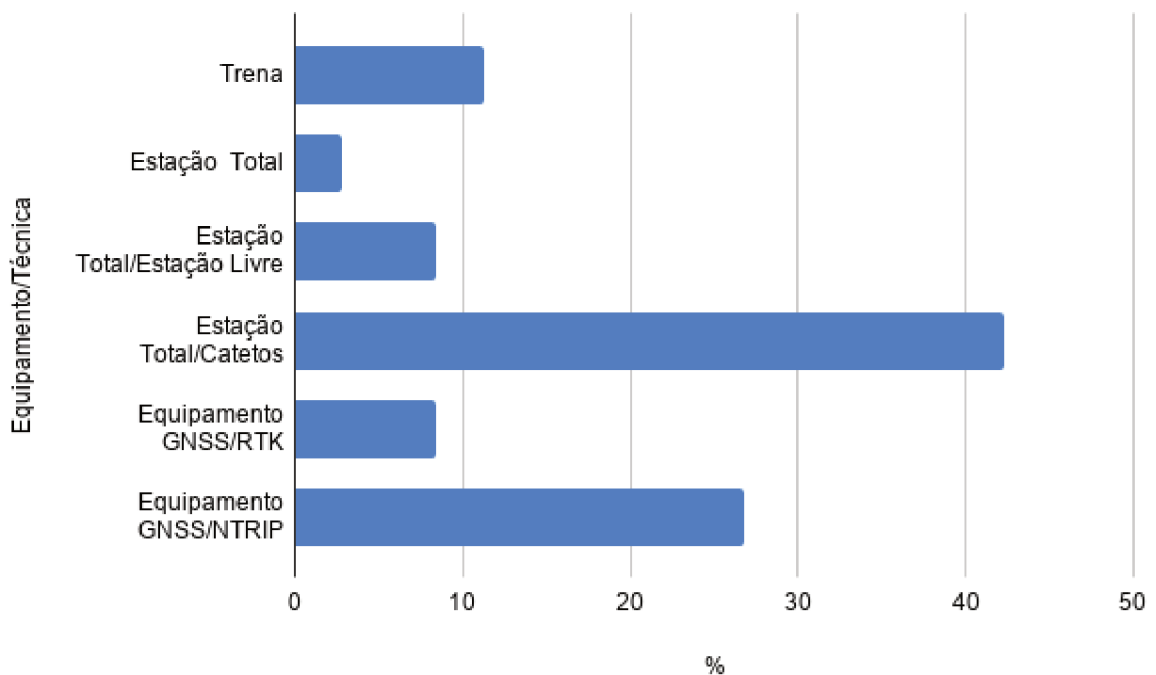


FONTE: Elaborado pelo autor, (2020).

Em relação às opções aos equipamentos/técnicas que os profissionais menos utilizam ou não utilizam em seus serviços de locação, os profissionais responderam com 42 % a opção de estação total utilizando os catetos, que em relação às preferências dos profissionais teve um destaque em relação a sua posição sendo a primeira na rejeição e a última opção na escolha. Esses fatos podem demonstrar que a técnica pode não ser muito difundida no meio profissional.

As demais opções obtiveram os seguintes resultados: trena 11 %, estação total 3 %, estação total/estação livre 8 %, equipamento GNSS RTK 8 % e equipamento GNSS NTRIP 27 %. De acordo com o gráfico 4, que mostra quais equipamentos e técnica são menos utilizadas.

Gráfico 4 - Rejeição dos Equipamentos/Técnica.



FONTE: Elaborado pelo autor, (2020).

A utilização de NTRIP como meio de locação de obras também obteve resultados ruins na pesquisa, o que pode demonstrar certo receio na aplicação de novos métodos como meio de locação na obra. As escolhas dos métodos mais difundidos no mercado como o uso da estação total ou RTK, obtiveram bons resultados entre os entrevistados.

4.1.4 Resultados e Avaliações das Situações Propostas

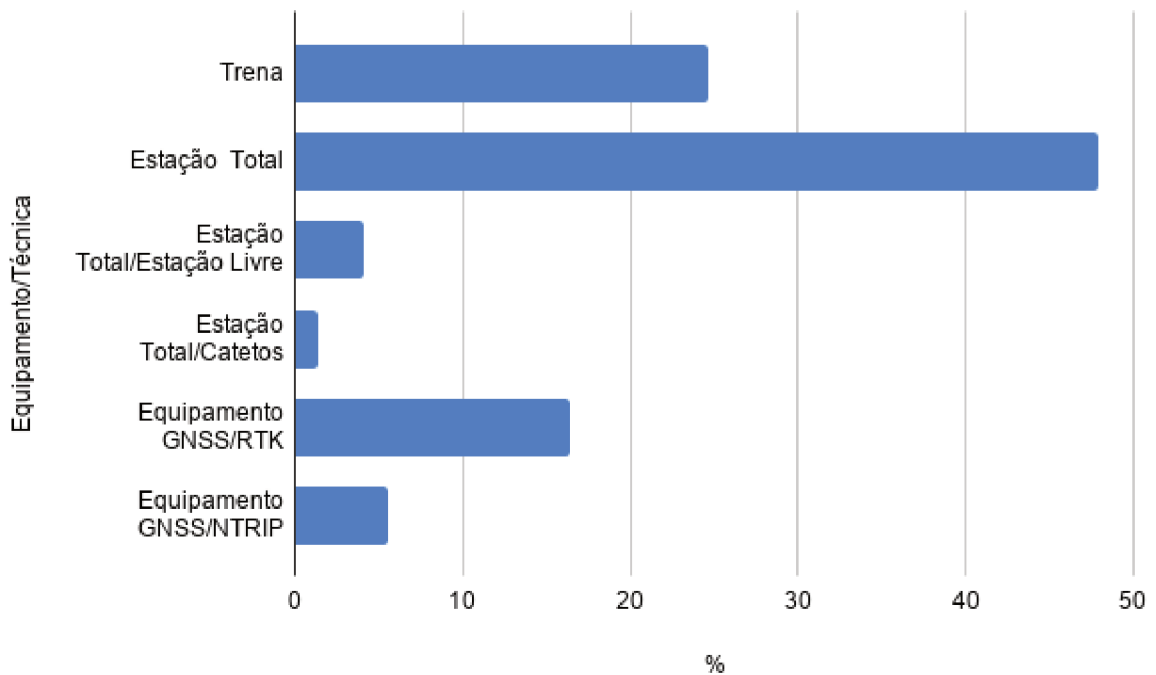
A primeira situação proposta para os entrevistados foi a seguinte: em uma situação de locação de obra existe a presença de um gabarito em perfeita construção (nivelado, com esquadro, sem empenamento das madeiras, etc.) nas dimensões de 20x30, o que demonstra não ser uma obra grande, podendo se encaixar facilmente uma residência ou sobrado.

O gráfico 5 mostra os resultados da pesquisa sendo os seguintes: trena 25 %, estação total 48 %, estação total/estação livre 4 %, estação total/catetos 1 %, equipamento GNSS RTK 16 % e equipamento GNSS NTRIP 5 %.

O uso da estação total obteve o melhor resultado, demonstrando que para obras mais simples ela é uma boa opção.

O resultado expressivo do uso de trena nessa proposição pode ter relação no fato de ser uma obra pequena em termos na quantidade pontos a ser locados e na agilidade em se locar as posições dos elementos diretamente no gabarito. Essa técnica é muito utilizada por mestres de obras e pedreiros na ausência da topografia.

Gráfico 5 - Resultado da situação proposta na pesquisa.



FONTE: Elaborado pelo autor, (2020).

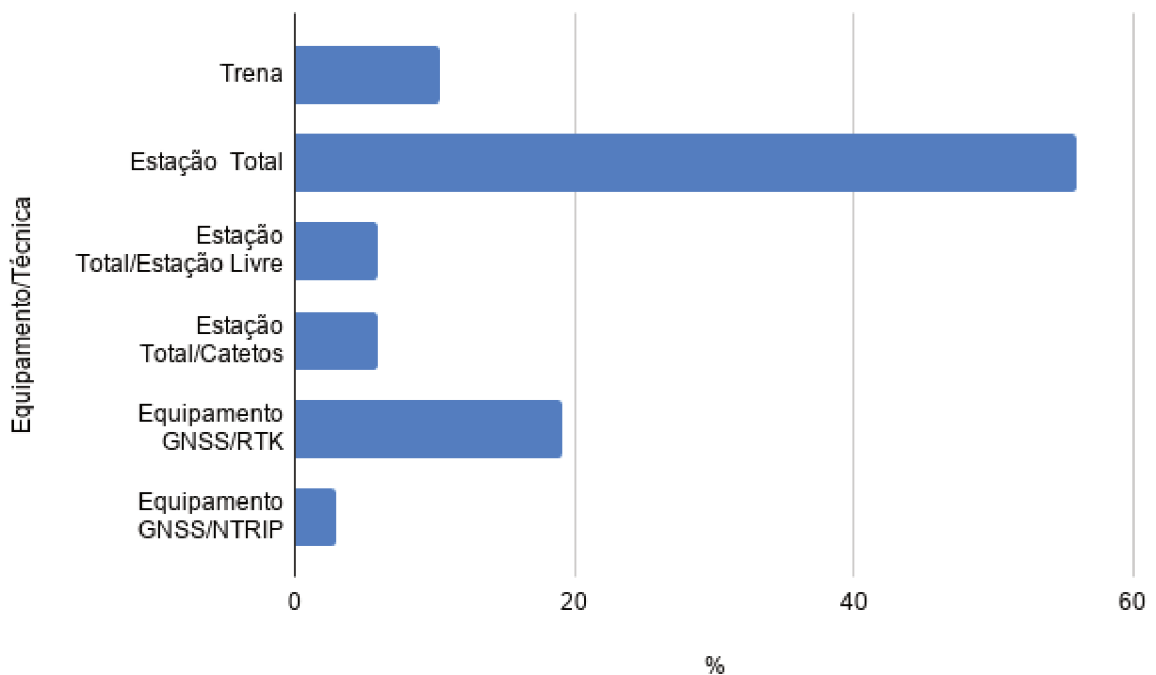
A segunda situação proposta foi a seguinte: o profissional deveria fazer a locação de pontos pertencente ao projeto de um edifício no gabarito da obra.

No gráfico 6, mostra os resultados da pesquisa sendo os seguintes: trena 10 %, estação total 56 %, estação total/estação livre 6 %, estação total/catetos 6 %, equipamento GNSS RTK 19 % e equipamento GNSS NTRIP 3 %.

O uso da estação total foi disparadamente o mais votado, sendo a preferência da maioria dos profissionais nessa determinada situação, sendo seguido pelo uso do equipamento GNSS RTK.

Uma boa opção seria a locação usando a estação pelo método dos catetos em que os pontos locados seriam diretamente no gabarito, diferentemente das técnicas mais votadas que tem a necessidade da transferência posteriormente dos pontos locados para o gabarito. Em caso de falta de conferência podemos evitar erros grosseiros.

Gráfico 6 - Resultado da situação proposta na pesquisa.



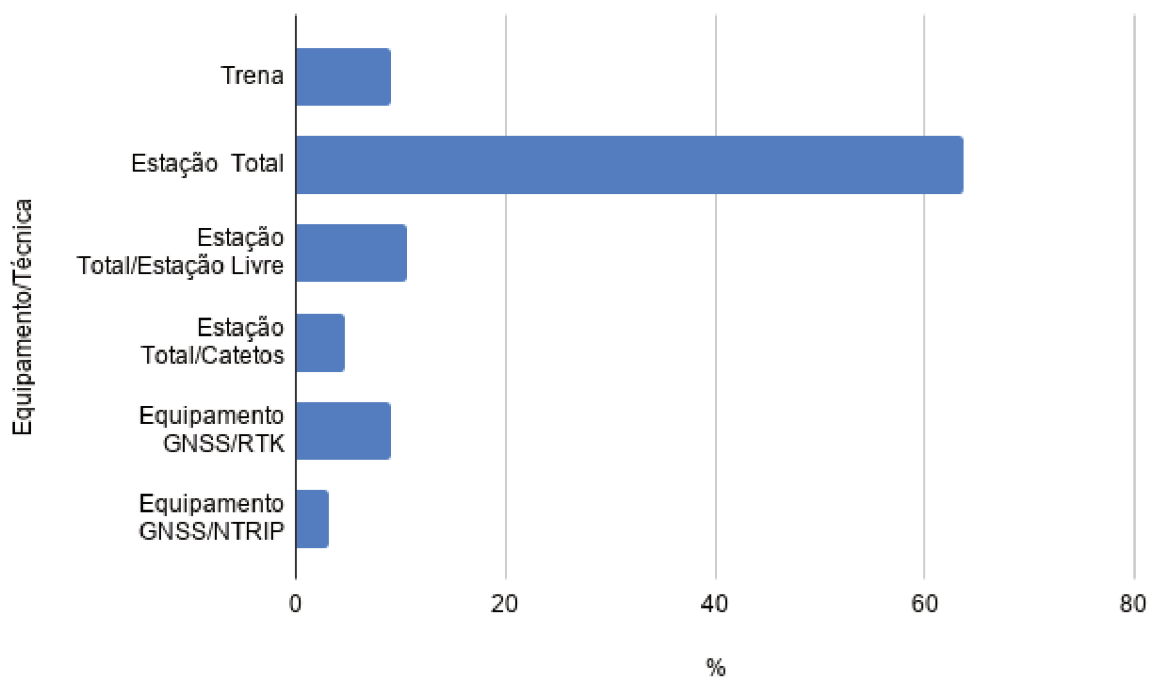
FONTE: Elaborado pelo autor, (2020).

A terceira situação proposta foi a seguinte: o profissional deveria fazer a locação de pontos pertencente ao projeto de um edifício no gabarito, sendo o endereço da obra no centro de Florianópolis.

No gráfico 7, mostra os resultados da pesquisa sendo os seguintes: trena 9 %, estação total 64 %, estação total/estação livre 11 %, estação total/catetos 5 %, equipamento GNSS RTK 9 % e equipamento GNSS NTRIP 3 %.

O centro de Florianópolis é um lugar que tem bastantes empecilhos para utilização do GNSS tendo cautela em seu uso em lugares com muitas construções altas em volta. A melhor saída encontrada pelos profissionais foi o uso da estação total para fazer a locação nessa proposta realizada.

Gráfico 7 - Resultado da situação proposta na pesquisa.



FONTE: Elaborado pelo autor, (2020).

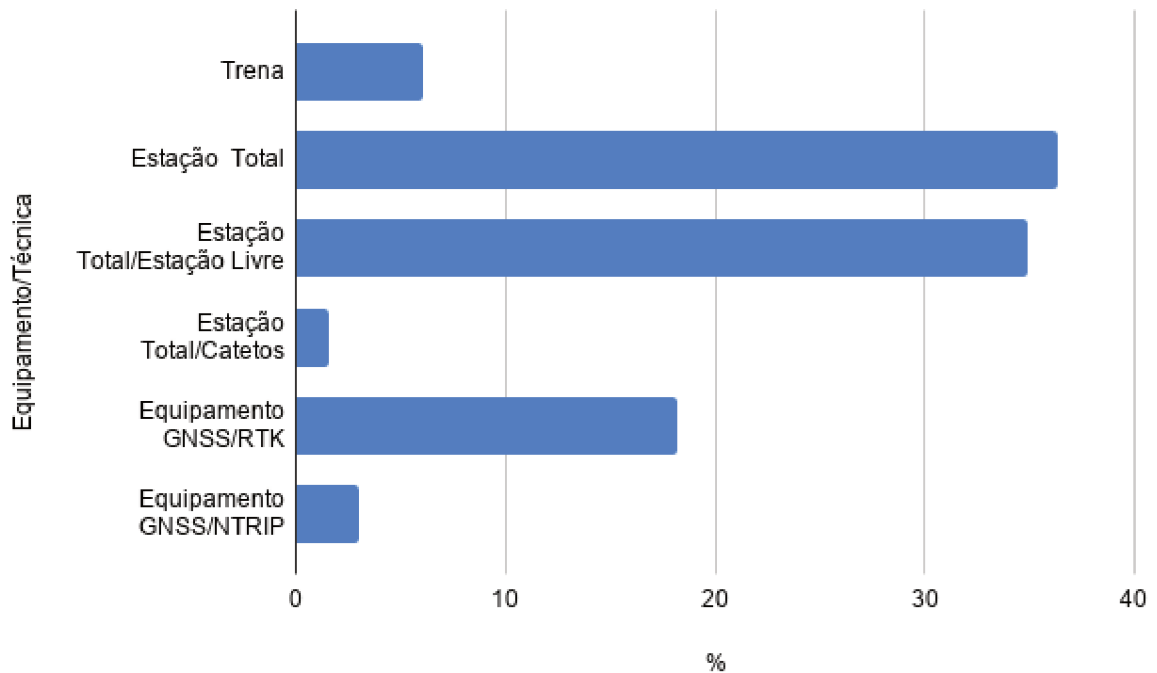
A quarta situação proposta foi a seguinte: em uma locação de pontos para estacas de hélice contínua e havendo grande circulação de equipamentos pesados, impossibilitando a presença do profissional no mesmo lugar por muito tempo.

No gráfico 8, mostra os resultados da pesquisa sendo os seguintes: trena 6 %, estação total 36 %, estação total/estação livre 35 %, estação total/catetos 2 %, equipamento GNSS RTK 18 % e equipamento GNSS NTRIP 3 %.

Nesse tipo de situação o uso da estação total como estação livre é uma boa opção para esse tipo de situação, sendo a segunda opção escolhida perdendo apenas para o uso da

estação total utilizando o método retangular. A diferença entre as duas técnicas é facilidade para o topógrafo em fazer a instalação do equipamento sem a obrigação de um ponto, podendo mudar o ponto de estação quantas vezes for necessária sem a necessidade de demarcar o ponto em campo.

Gráfico 8 - Resultado da situação proposta na pesquisa.



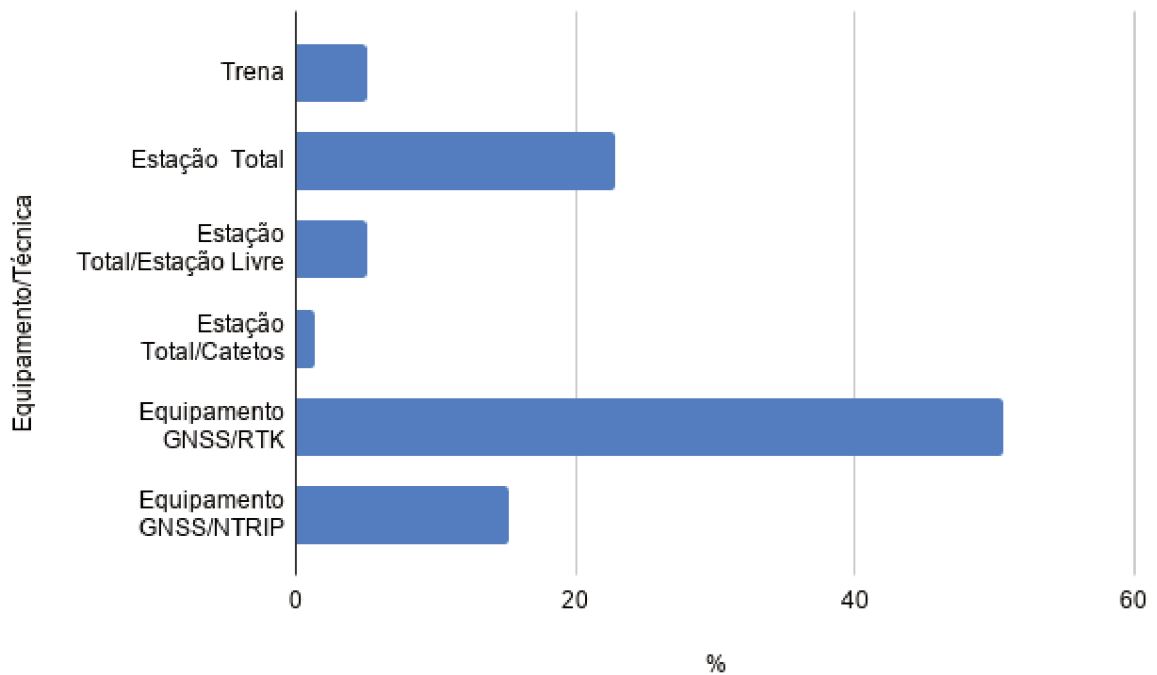
FONTE: Elaborado pelo autor, (2020).

A quinta situação proposta foi a seguinte: fazer uma locação de obras de grande dimensão horizontal como, por exemplo, um Shopping Center.

No gráfico 9, mostra os resultados da pesquisa sendo os seguintes: trena 5 %, estação total 23 %, estação total/estação livre 5 %, estação total/catetos 1 %, equipamento GNSS RTK 51 % e equipamento GNSS NTRIP 15 %.

Falando-se de obras de grande porte com uma grande quantidade trabalho, o uso do RTK é uma opção que ganha em produtividade em relação ao uso da estação total.

Gráfico 9 - Resultado da situação proposta na pesquisa.



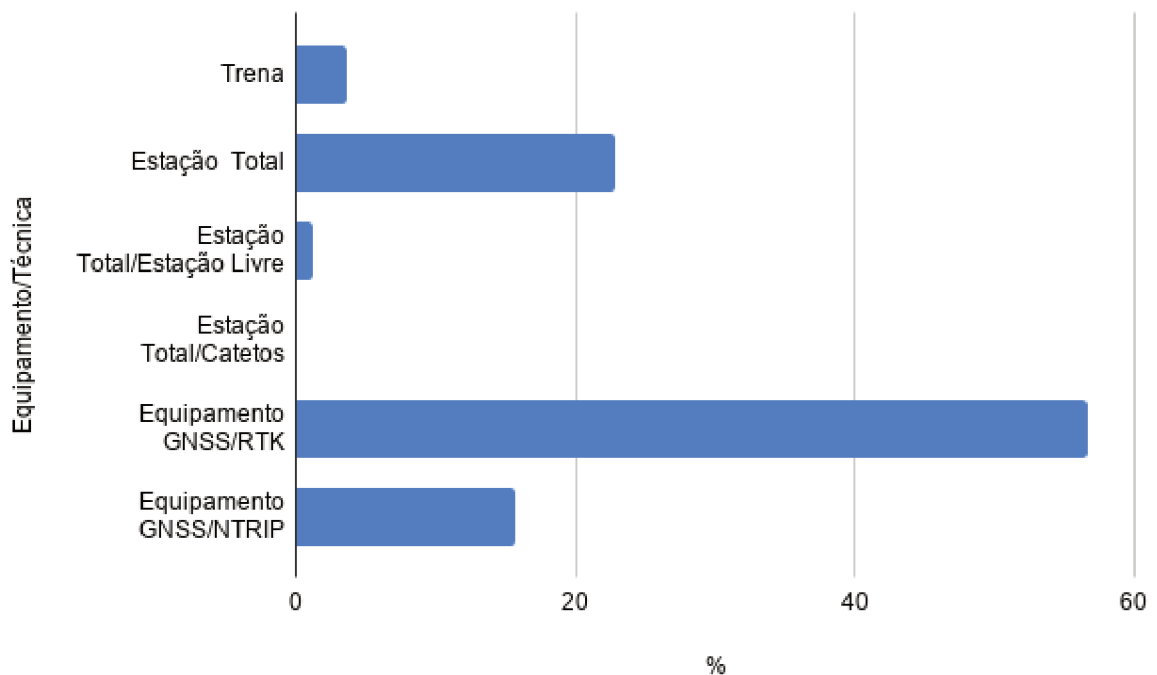
FONTE: Elaborado pelo autor, (2020).

A sexta situação proposta foi a seguinte: o profissional deveria fazer a locação de um loteamento.

No gráfico 10, mostra os resultados da pesquisa sendo os seguintes: trena 4 %, estação total 23 %, estação total/estação livre 1 %, estação total/catetos 0 %, equipamento GNSS RTK 57 % e equipamento GNSS NTRIP 16 %.

O uso de GNSS tem a preferência na opinião dos entrevistados em função das características da obra.

Gráfico 10 - Resultado da situação proposta na pesquisa.



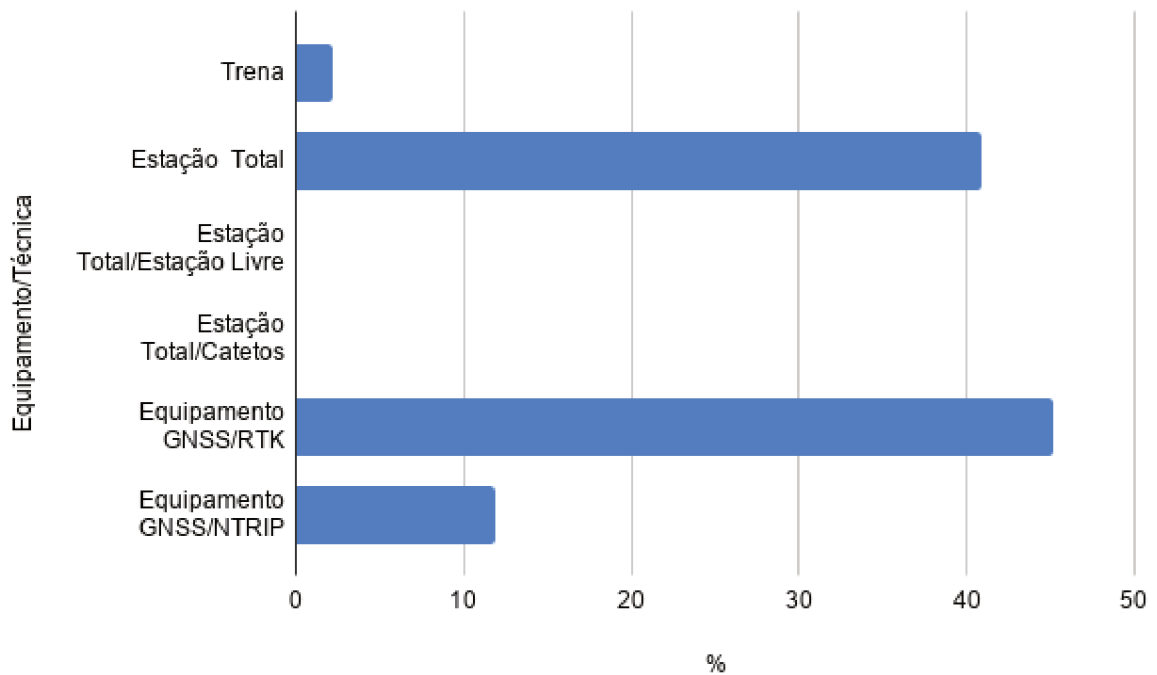
FONTE: Elaborado pelo autor, (2020).

A sétima situação proposta foi a seguinte: o proprietário contrata um topógrafo para realizar a locação das divisas do imóvel, sendo que apenas em frente existe pouca vegetação.

O gráfico 11, mostra os resultados da pesquisa sendo os seguintes: trena 2 %, estação total 41 %, estação total/estação livre 0 %, estação total/catetos 0 %, equipamento GNSS RTK 45 % e equipamento GNSS NTRIP 12 %.

Nesta situação o uso em conjunto das duas técnicas parece satisfatória de forma que uma complementa a outra técnica. O RTK pode ficar responsável pela área com pouca vegetação, ganhando produtividade no trabalho empenhado e o uso da estação total para os lugares em que a tecnologia GNSS fica impossibilitado de fazer.

Gráfico 11 - Resultado da situação proposta na pesquisa.



FONTE: Elaborado pelo autor, (2020).

4.1.5 Sugestões dos profissionais

No campo de sugestões, comentários e críticas na parte final do questionário, alguns entrevistados forneceram algumas informações de como eles atuam na sua vida profissional e de como eles podem garantir um serviço de qualidade para seus clientes. As sugestões foram relevantes para esse estudo e algumas delas serão citadas.

Foi sugerido o uso de conferência com uma trena dos pontos locados é uma maneira fácil e ágil de se fazer uma conferência. E de acordo com a ABNT NBR 14645-3: Locação topográfica e controle dimensional da obra, já citada anteriormente neste trabalho, em seu item 8.5 “Locação dos eixos dos pilares.

- Terminadas as obras de fundação, são locados, a partir dos vértices da poligonal, sobre os blocos de arrasamento, com pinos metálicos, os eixos dos pilares projetados. Em seguida são transportados para o gabarito da obra.
- Os principais eixos da obra são transportados para o gabarito e materializados por marcos de concreto ou pinos metálicos, de forma a permitir a locação, verificação e controle dos pilares durante toda a execução da obra.

- Todos os pontos locados são verificados antes de serem liberados para a continuidade das obras”(ABNT, 2005, p.5).

Não só a conferência dos pontos locados mas também o levantamento topográfico dos pontos para confrontação com os pontos do projeto, para ter garantias e documentação do trabalho realizado em campo.

Outra sugestão foi à instalação da estação total em um vértice do gabarito. Para o profissional utilizar o gabarito como ponto de instalação do equipamento, ele deve pertencer à mesma referência do projeto, deve ser feita conferências de outros pontos notáveis do gabarito e o nivelamento. A altura do gabarito do solo em que o topógrafo possa fazer a instalação.

Foi proposta também o uso do equipamento nível, conforme anteriormente já comentado, tem sua utilização na locação de altimétrica ou nivelamento do gabarito.

5 CONCLUSÃO

A pesquisa se mostrou satisfatória com os resultados obtidos, nenhuma das opções com maior votação pelos profissionais entrevistados se mostrou como sendo uma técnica que contenha falhas ou possibilidade de ser inviável a sua utilização em cada situação proposta.

De acordo com as respostas no questionário, as preferências foram no intuito de encaixar a melhor técnica possível dentre as opções dadas, em que auxiliam na produtividade e diminuição nas despesas de campo.

A estação total é bastante utilizada em locação sendo a preferência em equipamento topográfico para obras de pequeno porte ou onde o uso da tecnologia GNSS fica impossibilitada de trabalhar.

Os valores dos equipamentos GNSS são uma barreira para os profissionais recém-formados, sendo uma opção o aluguel para o profissional utilizar dessa ferramenta, de acordo com a pesquisa realizada o equipamento GNSS tem a maior preferência em obras de maior porte, ajudando na produtividade do serviço e diminuição de custos.

Algumas das técnicas de locação se mostraram ser pouco utilizadas ou difundidas no meio profissional, obtivendo valores pequenos em toda a pesquisa utilizada quanto a sua utilização.

Conferência dos pontos implantados em campo é um ponto importante nos serviços realizados em locação, é a certeza de serviço de qualidade, eficaz e produtivo. Conforme a NBR 14645- 3 de locação topográfica e controle dimensional da obra, a liberação das próximas etapas após locação deve ser feita apenas depois da comparação entre os pontos locados em campo e o projeto.

Por mais que as tecnologias vêm introduzindo agilidade nos trabalhos de campo o fator humano pode inverter isso, causando retrabalhos e gastos adicionais. O profissional deve escolher a melhor técnica utilizada em campo e também conhecer o equipamento utilizado e suas limitações.

REFERÊNCIAS

- ALVES, I. M. S., 2010, **A calibração de instrumentos de medições topográficas e geodésicas: A busca pela acreditação laboratorial**. Tese de M.Sc., Escola de Engenharia de São Carlos, SP, Brasil
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13133: Execução de Levantamentos Topográficos**. Rio de Janeiro, 1994. 35 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14645-1: Elaboração do “como construído” (as built) para edificações. Parte 1: Levantamento planialtimétrico e cadastral de imóvel urbanizado com área até 25 000 m², para fins de estudos, projetos e edificação - Procedimento** Rio de Janeiro, 2001. 9 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14645-2: Elaboração do “como construído” (as built) para edificações. Parte 2: Levantamento planimétrico para registro público, para retificação de imóvel urbano; - Procedimento** Rio de Janeiro, 2005. 6 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14645-3: Elaboração do “como construído” (as built) para edificações. Parte 3: Locação topográfica e controle dimensional da obra – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2001. 6 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14166: Rede de Referência Cadastral Municipal – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1998. 23p.
- BOSCATTO, Flávio. **Diretrizes para o levantamento topográfico e geodésico do Patrimônio Cultural Material**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Dep. de Engenharia Civil. SC, 2014.
- BRUCK, Nelson L. M. **As dicas na edificação**. Porto Alegre, Ed. D. C. Luzzato Ltda. RS, 1985.
- CABRAL, Cesar Rogério. HASENACK, Markus. BOSCATTO, Flávio. **Estação livre: topografia e agrimensura para cursos técnicos**. Florianópolis/SC, IFSC, 2018, 30 p.
- CONSELHO FEDERAL DOS TÉCNICOS INDUSTRIAIS (CFT). **Resolução – nº 45, de 22 de novembro de 2018**. Brasília/DF, 2018.
- CORRÊA, I. C. S. **Topografia aplicada à engenharia civil**. 8ª Edição Departamento de Geodésia, IG/UFRGS Porto Alegre/RS. 2006.
- DOMINGUES, F. A. A. **Topografia e astronomia de posição para engenheiros e arquitetos**. Editora McGraw-Hill do Brasil, 1979, São Paulo/SP, 403p.
- ESPARTEL, Lélis. **Curso de Topografia**. Rio Grande do Sul. 5ª ed. Ed. Globo. RS, 1978.

FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FRANÇA, Rovane M. de. ARAÚJO, Adolfo Lino de. BOSCATTO, Flavio. **Geodésia aplicada: topografia e agrimensura para cursos técnicos**. Florianópolis/SC, IFSC, 2018, 55 p.

FRANÇA, Rovane M. de. [et al.]. **Locação e monitoramento topográfico de obras: topografia e agrimensura para cursos técnicos**. Florianópolis/SC, IFSC, 2018, 69 p.

FRANÇA, Rovane M. de. [et al.]. **Princípios de geodésia elementar: topografia e agrimensura para cursos técnicos**. Florianópolis/SC, IFSC, 2018, 56 p.

FRANÇA, Rovane M. de. [et al.]. **Levantamento de Detalhes: topografia e agrimensura para cursos técnicos**. Florianópolis/SC, IFSC, 2018, 22 p.

FRÓES, Vinícius Nogueira. **Topografia Básica**. Disponível em: <http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17410/material/TOPOGRAFIA%20BASICA_VNF.pdf>. Acesso em 10 de outubro de 2020.

Geotécnica, Locação de Equipamentos. Disponível em: <<http://www.geotecnica.com.br/serv-locacao-de-equipamentos.php>>. Acesso em 22 de outubro de 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Resolução - PR nº 22, de 21 de julho de 1983. **Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos em Território Brasileiro**. Rio de Janeiro, 1983.

KLEIN, Ivandro. GUZZATTO, Matheus Pereira. **Conceitos de posicionamento por satélites: topografia e agrimensura para cursos técnicos**. Florianópolis/SC. IFSC, 2018, p. 38.

Leica Geosystems. **Leica FlexLine TS02/TS06/TS09 User Manual**. 2010.

MENEZES, Paulo Márcio Leal de; FERNADES, Manoel do Couto. **Roteiro de Cartografia**. Oficina de Textos. São Paulo. 2013.

POLEZEL, W. **Quando e porque vale a pena investir na tecnologia GPS RTK?**. Seminário Geomática nas Obras de Engenharia e Infraestrutura. São Paulo/SP, 2011.

FRANÇA, Rovane Marcos de... [et al.]. **Princípios de geodésia elementar: topografia e agrimensura para cursos técnicos**. Florianópolis/SC. IFSC, 2018. 56 p.

TEIXEIRA. Roberto Tadeu. **Apostila de Topografia**. Disponível em <http://files.labtopope.webnode.com/200000330-55836567ed/APOSTILA_Topografia_%20

Prof_Roberto_Teixeira.pdf>. Acesso em 25 de outubro de 2020.

VEIGA, Luis A. Koeing. ZANETTI, Maaria A. Zehnpfennig. FAGGION, Pedro Luis. **Fundamentos de Topografia.** Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, UFPR, Curitiba/PR, 2012.

ZILKHA, Esther. **Utilização do GeoGebra na Construção de Instrumentos: Teodolito.** IMPA, Rio de Janeiro/RJ, 2014.

ZIMMERMANN, Cláudio C. **Apostila de Topografia.** Apostila (didática) - Universidade Federal de Santa Catarina, Dep. de Engenharia Civil. Florianópolis, SC, 2020.

ANEXO A – QUESTIONÁRIO

Pesquisa relacionada a locação de obras, Equipamentos e Técnicas de locação.

Essa pesquisa serve para coleta de informações que serão a base de um trabalho de conclusão de curso da UFSC.

***Obrigatório**

Há quantos anos você realiza serviços de Topografia? *

Sua resposta _____

Qual é a sua escolaridade? *

- Ensino Técnico
- Ensino Superior
- Mestrado/Doutorado
- Outro: _____

Normalmente qual/ quais equipamento(s) você usa nos trabalhos de locação? *

- Teodolito
- Estação total
- Estação total e Equipamento GNSS
- Equipamento GNSS
- Outro: _____

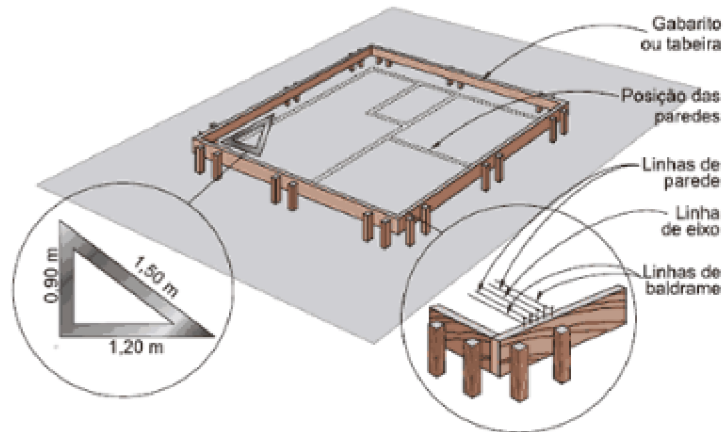
Se falando em locação de obras qual/quais equipamento(s)/técnica(s) você prefere usar *

- Trena
- Estação Total
- Estação Total/Estação Livre
- Estação Total/Catetos
- Equipamento GNSS/RTK
- Equipamento GNSS/NTRIP
- Outro: _____

Em relação as opções abaixo, escolha as opções que você menos utiliza para fazer locação de obras. *

- Trena
- Estação Total
- Estação Total/Estação Livre
- Estação Total/Catetos
- Equipamento GNSS/RTK
- Equipamento GNSS/NTRIP
- Outro: _____

Você deve realizar uma locação de pontos no gabarito pertencente a um projeto de uma residência, qual das técnicas abaixo você utilizaria? *



- Trena
- Teodolito
- Estação Total
- Equipamento GNSS
- Outro: _____

Você deve realizar uma locação de pontos no gabarito pertencente a um projeto de um edifício, qual das técnicas abaixo você utilizaria? *

- Trena
- Estação Total
- Estação Total/Estação Livre
- Estação Total/Catetos
- GNSS RTK
- GNSS NTRIP
- Outro: _____

Em um gabarito de dimensões 20x30 em perfeita construção, qual/quais alternativa(s) você escolhe para locação. *

- Trena
- Estação Total
- Estação Total/Estação Livre
- Estação Total/Catetos
- GNSS RTK
- GNSS NTRIP
- Outro: _____

Você deve realizar uma locação de pontos no gabarito pertencente a um projeto de um edifício no centro de Florianópolis, qual das técnicas abaixo você utilizaria? *

- Trena
- Estação Total
- Estação Total/Estação Livre
- Estação Total/Catetos
- GNSS RTK
- GNSS NTRIP
- Outro: _____

Você deve realizar uma locação de estacas (hélice contínua) no terreno com grande entrada e saída de equipamentos pesados, sendo o projeto de um edifício, qual/quais alternativa(s) abaixo você utilizaria? *

- Trena
- Estação Total
- Estação Total/Estação Livre
- Estação Total/Catetos
- GNSS RTK
- GNSS NTRIP
- Outro: _____

Em uma obra de locação de um shopping center, qual/quais alternativa(s) abaixo você utilizaria? *

- Trena
- Estação Total
- Estação Total/Estação Livre
- Estação Total/Catetos
- GNSS RTK
- GNSS NTRIP
- Outro: _____

Em uma obra de locação de um loteamento, qual/quais alternativa(s) abaixo você utilizaria? *

- Trena
- Estação Total
- Estação Total/Estação Livre
- Estação Total/Catetos
- GNSS RTK
- GNSS NTRIP
- Outro: _____

Na locação de divisas de um terreno rural georreferenciado, sendo apenas a frente do terreno com pouca vegetação, qual/quais das alternativas você escolhe para fazer a locação? *

- Trena
- Estação Total
- Estação Total/Estação Livre
- Estação Total/Catetos
- GNSS RTK
- GNSS NTRIP

Deixe a sua opinião ou sugestão, de como fazer locação.

Sua resposta _____