



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – TCC

**FACULDADE DE ENGENHARIA DE MINAS GERAIS – FEAMIG  
CURSO: ENGENHARIA DE CARTOGRAFIA E AGRIMENSURA**

**COMPARATIVO ENTRE LEVANTAMENTO COM UTILIZAÇÃO DE ESTAÇÃO  
TOTAL E GNSS RTK**

Curso: Engenharia de Cartografia e Agrimensura  
Disciplina: Trabalho de Conclusão de Curso  
Docente / Orientador: Prof. Carlos Henrique Passos Mairink  
Discente: Anderson Barbosa Silva

Belo Horizonte  
Novembro de 2024

## SUMÁRIO

1 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	4
2 –INTRODUÇÃO.....	6
3 OBJETIVOS.....	7
4 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	8
5 - CAPTULO 1 - Topografia: Conceitos e Definições .....	9
6 CAPTULO 2 Levantamento Topográfico.....	11
7 CAPTULO 3 .- . Conhecendo a Estação Total .....	13
8 CAPTULO 4 - Conhecendo o GNSS RTK.....	15
9 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
10 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	19
11- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20

## 1 - Fundamentação Teórica

A Topografia pode ser entendida como parte da Geodésia, ciência que tem por objetivo determinar a forma e dimensões da Terra.

Com a evolução das tecnologias para a área da topografia, acabam surgindo novos equipamentos a cada ano, tendo assim mais tecnologias ultrapassadas, pelo fato das novas terem maior exatidão e funções que facilitam sua manipulação, diminuindo o tempo dos serviços prestados (Grando,2014).

Segundo, TULER e SARAIVA, 2014, a utilização de estação total no levantamento topográfico possibilita aquisição de observações angulares e lineares, estruturada numa rede topográfica a partir de poligonais objetivando definir as coordenadas das irradiações dos pontos de detalhe, trabalho este, abalizado pela verificação do nível de precisão obtida no levantamento de campo.

O levantamento de pontos-objeto através de estação total pode ser executado por diversas técnicas, tais como interseção a vante, interseção a ré, irradiação entre outros ( SEIXAS, GAMA e SOUZA, 2012).

As coordenadas geodésicas têm como fundamento a figura do elipsóide de referência; as coordenadas UTM são obtidas através de uma projeção cartográfica cilíndrica conforme, que por definição, possui distorções; as coordenadas topográficas no sistema de projeção ortogonal cotada são obtidas através do campo topográfico vinculado pela vertical do lugar a partir da mensuração de grandezas angulares e lineares. A elaboração de desenho ou planta com coordenadas UTM, não representa diretamente as medições em campo (TULER e SARAIVA, 2016).

O Global Navigation Satellite System (GNSS) corresponde a tecnologia responsável por definir a coordenada global de um ponto, por um sistema conhecido. Entre as tecnologias que empregam o sistema GNSS está o Real Time Kinematic (RTK), que permite a obtenção imediata das coordenadas globais de um determinado ponto, o que viabiliza o levantamento e permite identificação e correção dos erros em campo (Silva et. al, 2016). A estação total é um dos equipamentos topográficos mais utilizados na sociedade. Após sua ascensão, o uso dos teodolitos tradicionais e até eletrônicos foi praticamente extinto (Wolf, 2003).

Com o crescimento da tecnologia, as mudanças que resultam no desenvolvimento de diversos campos da engenharia são inevitáveis. O Global Navigation Satellite System (GNSS) corresponde a tecnologia responsável por definir a coordenada global de um ponto, por um sistema conhecido. Nesse cenário, a obtenção de dados espaciais permitiu o desenvolvimento em equipamentos, acessórios, softwares e técnicas de medição convergindo para resultados com maior acurácia.

Entre as tecnologias que empregam o sistema GNSS está o Real Time Kinematic (RTK), que permite a obtenção imediata das coordenadas globais de um determinado ponto, o que viabiliza o levantamento e permite identificação e correção dos erros em campo (Silva et. al, 2016).

A tecnologia embarcada em equipamentos GNSS RTK utiliza as medições das fases das portadoras e das pseudodistâncias para a mensuração das distâncias satélites-antena, tendo o envio em tempo real das correções diferenciais entre os receptores base e móvel. O modo em tempo real RTK proporciona facilidade de uso, rapidez e precisão sendo aplicadas em diversos serviços topográficos, entre os quais se destacam levantamento de detalhes, levantamento cadastral, locação de obras entre outros (SILVA e SEGANTINE, 2015). O GNSS RTK é um dos métodos de posicionamento mais avançados no momento, tendo a grande vantagem na obtenção de posições em tempo real, podendo ser aplicadas em diversas atividades de engenharia, como locações de obras, controle de máquinas, cálculo de volumes (MONICO, 2008).

Atualmente tem-se uma tendência em pesquisas de posicionamento GNSS em tempo real, seja aplicando o RTK com transmissão de correções via protocolo de internet, UHF, ou por RTK em rede, ou ainda por posicionamento PPP, em tempo real ou pós-processado (SILVA e SEGANTINE, 2015)..

## 2 - Introdução

A constante evolução da tecnologia, afeta diretamente a área de topografia, com o surgimento e aprimoramento contínuo de técnicas, equipamentos e softwares que proporcionam obtenção de maior exatidão, qualidade e facilidade para os trabalhos. Nesse cenário existem ainda, profissionais que optam por utilizar equipamentos tradicionais, dos quais têm maior domínio ao investir em novas tecnologias, muitas vezes sem procurar conhecimento e sem avaliar cuidadosamente os benefícios que podem estar agregados em termos de desempenho e custo.

Os levantamentos topográficos podem realizados por vários métodos e aparelhos possíveis. Nesse trabalho abordaremos dois métodos: Estação Total e GNSS RTK. Essa abordagem sobre métodos diferentes tem como meta, permitir a escolha do método que melhor se adeque as características da atividade em que será aplicado, como o número de pontos e do objetivo do trabalho. Em alguns casos um método será preferível ao outro.

Na elaboração desse trabalho, realizamos revisão bibliográfica de levantamentos topográficos executados com Estação Total e GNSS RTK. Abordamos ainda comparações dos resultados, custos envolvidos nos levantamentos e o tempo de execução empregado para cada método.

### **3 - Objetivos**

O presente Trabalho de Conclusão de Curso, teve como objetivo a comparação de tecnologias e princípios de funcionamento dos equipamentos utilizados para levantamentos topográficos. Conceituar os equipamentos topográficos atuais e comparar eficiências dos equipamentos nas atividades de campo

#### **4 - Materiais e Métodos**

Esse trabalho foi desenvolvido utilizando como metodologia, o levantamento bibliográfico. A pesquisa bibliográfica foi realizada através de consulta às bibliografias de artigos científicos, livros da área de Topografia e Geodésia, utilizados principalmente pelos cursos de Engenharia e Arquitetura e Urbanismo. Já o acompanhamento direto de campo utilizamos um estudo de caso no qual ocorreu a comparação entre o uso da Estação Total e o GNSS-RTK, em um levantamento topográfico, na cidade de Natal/RN.

## 5 - Capítulo 01 - Topografia - Conceitos e Definições

A topografia é um ramo da ciência que estuda os processos de medição e representação gráfica das características físicas da superfície terrestre. “A Topografia tem por objetivo o estudo dos instrumentos e métodos utilizados para obter a representação gráfica de uma porção do terreno sobre uma superfície plana” DOUBEK (1989).

O uso da topografia proporciona a obtenção de dados sobre a forma, dimensões e características naturais e artificiais de uma área específica, essenciais para atividades como construção civil, agronomia, arquitetura e engenharia. De acordo com Espartel (1987), a Topografia tem por finalidade determinar o contorno, dimensão e posição relativa de uma porção limitada da superfície terrestre, sem levar em conta a curvatura resultante da esfericidade terrestre.

A palavra "topografia" deriva das palavras gregas *topos* (lugar) e *graphia* (descrição), significando a descrição ou representação de um lugar. Essa ciência envolve o levantamento de informações tridimensionais do terreno para criar representações gráficas precisas, como plantas, mapas e perfis. Em uma linguagem mais técnica, a topografia é a ciência que estuda a medição de distâncias, ângulos e elevações para obter a posição exata dos elementos naturais e artificiais da superfície terrestre. As representações topográficas são cruciais para o planejamento e execução de obras de infraestrutura, bem como para estudos ambientais, agrícolas e urbanísticos.

O Levantamento de Dados é um dos principais objetivos da topografia e inclui coletar informações sobre a superfície do terreno, incluindo a localização de acidentes geográficos, como montanhas, rios e vales, bem como construções humanas, como estradas e construções. A estes pontos se relacionam os pontos de detalhe visando a sua exata representação planimétrica numa escala pré-determinada e à sua representação altimétrica por intermédio de curvas de nível, com equidistância também pré-determinada e/ou pontos cotados.”

**Representação Gráfica:** Usar representações visuais da superfície estudada para facilitar o planejamento de projetos de engenharia e construção. **Auxílio no Planejamento de Obras:** Facilita o planejamento de obras de engenharia fornecendo informações precisas sobre o terreno, evitando erros de alinhamento e nivelamento. **Monitoramento de Alterações:** Observar as mudanças no terreno ao longo do tempo, especialmente em locais onde mineração, erosão e construção ocorrem.

**5.1 - Conceitos** Alguns conceitos são indispensáveis para compreendermos a topografia, entre eles podemos destacar:

**5.1.1 - Plano Horizontal:** Trata-se de uma superfície plana que é perpendicular à linha da gravidade. No contexto topográfico, o plano horizontal serve como referência para as medidas de ângulos e distâncias.

**5.1.2 - Plano Vertical:** Esse por sua vez, passa pela linha de gravidade, utilizado como referência para medir elevações e diferenças de altura entre pontos.

**5.1.3 - Cota:** Refere-se a altura de um ponto em relação a um plano de referência, geralmente o nível do mar. É utilizada para representar a elevação de um ponto específico no terreno.

**5.1.4 - Azimute:** indica o ângulo formado entre uma direção de referência (geralmente o norte) e a linha que conecta o observador ao ponto desejado. O azimute é medido no sentido horário a partir do norte geográfico.

**5.1.5 - Curvas de Nível:** Linhas em um mapa que conectam pontos com a mesma elevação. As curvas de nível são usadas para representar a topografia de uma área em duas dimensões, fornecendo informações sobre as inclinações e formas do terreno.

**5.2 – Princípios** -A topografia tem como fundamento alguns princípios básicos, que são essenciais para a realização de medições precisas:

**5.2.1 - Princípio da Horizontalidade e Verticalidade:** As medições de distâncias e ângulos devem ser feitas a partir de planos horizontais e verticais bem definidos, garantindo a precisão das representações topográficas.

**5.2.2 - Princípio da Proporção:** Ao criar mapas e plantas, as dimensões do terreno são reduzidas proporcionalmente, respeitando uma escala. Essa escala deve ser clara e precisa, de modo que o usuário da planta ou mapa possa calcular as distâncias reais.

**5.2.3 - Princípio da Precisão:** A precisão nas medições topográficas é essencial, uma vez que erros podem levar a problemas significativos, principalmente em projetos de construção e engenharia. Para garantir a precisão, são utilizados instrumentos especializados e técnicas adequadas de medição.

## 6 - CAPÍTULO 2 - Levantamento Topográfico

O levantamento topográfico é um dos pilares centrais da ciência da topografia. Ele consiste na coleta de dados de uma área, com o objetivo de determinar as posições relativas de pontos na superfície terrestre, e na representação desses dados em forma de plantas, mapas ou modelos tridimensionais. Esses levantamentos são fundamentais para diversas áreas da engenharia, construção civil, agronomia, urbanismo e meio ambiente, servindo como base para o planejamento e execução de projetos de infraestrutura.

Abordaremos, nesse capítulo, as etapas do levantamento topográfico, os tipos de levantamentos existentes, os métodos de execução, bem como os instrumentos utilizados nesse processo.

Levantamento topográfico é o procedimento de medir, registrar e representar as características físicas de um terreno, incluindo as dimensões, distâncias, ângulos, elevações e o posicionamento de elementos naturais e artificiais.

De acordo com a NBR 13133 (ABNT, 1991, p. 3), Norma Brasileira para execução de Levantamento Topográfico, o levantamento topográfico é definido por: “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, implanta e materializa pontos de apoio no terreno, determinando suas coordenadas topográficas.

Essas medições permitem a criação de representações detalhadas da área estudada, que podem ser utilizadas para a análise e planejamento de obras de construção, sistemas de drenagem, parcelamento de solo e outros projetos de engenharia.

Dependendo do foco da medição e do grau de detalhe necessário para a aplicação, os levantamentos topográficos podem ser categorizados em várias categorias. :

### 6.1- Levantamento Planimétrico

Para Junior *et al.* 2014, o Levantamento topográfico planimétrico são vários procedimentos topográficos, sem considerar o relevo, visando a representação gráfica de uma área do terreno através da obtenção de elementos necessários como ângulos, distâncias, localização geográfica e posição ou orientação. Esse é o tipo mais simples de levantamento topográfico, que se concentra na determinação das distâncias horizontais entre os pontos de

interesse no terreno. Este tipo de levantamento é ideal para criar mapas de localização de estradas, rios, prédios, cercas e outros elementos físicos dispostos no plano.

## **6.2 Levantamento Altimétrico**

O levantamento altimétrico, por sua vez, foca na medição das diferenças de altura entre pontos no terreno. Ele permite identificar a topografia do terreno em termos de elevações e depressões. Os dados coletados são usados para gerar curvas de nível, que são representações gráficas das altitudes de diferentes pontos. O levantamento altimétrico é importante em projetos de obras civis, como construção de estradas e barragens, onde o desnível do solo impacta diretamente o projeto. “Pode-se dizer que o produto final do levantamento topográfico altimétrico é uma planta/carta/mapa tridimensional, pois se considerou o relevo, enquanto na Planimetria o produto final é uma representação bidimensional” (Junior *et al.* 2014).

**6.3 Levantamento Planialtimétrico** Esse é o tipo mais completo, pois combina tanto as medições horizontais quanto verticais. “Quando nos referimos ao conjunto de métodos e sendo assim o conjugado de dados adquiridos (planimétricos e altimétricos), abrangemos as duas espécies de levantamentos citados anteriormente (planimetria e altimetria) e a este é dado o nome de TOPOMETRIA, comumente citada como PLANIALTIMETRIA” (Araujo, 2014). Esse levantamento mapeia a posição dos elementos no terreno e suas respectivas elevações, criando uma representação tridimensional do espaço. Ele é essencial para projetos de engenharia complexos, como planejamento urbano, loteamentos, obras rodoviárias e ferroviárias, entre outros, onde é necessário entender as variações do terreno tanto em termos de layout horizontal quanto de altitude.

Existem diferentes métodos para realizar levantamentos topográficos, entre eles temos o Levantamento Convencional, O levantamento convencional com o uso de instrumentos óptico-mecânicos, como teodolitos, níveis e trenas, Levantamento com Estação Total, que é um equipamento eletrônico que combina as funções de um teodolito e um distanciômetro eletrônico, Levantamento GPS (Sistema de Posicionamento Global) que proporciona a medição precisa das coordenadas geográficas de pontos no terreno, utilizando sinais de satélites e o Levantamento Aéreo e Drones, que vem se destacando nos últimos anos em levantamentos topográficos se tornando comum. Equipados com câmeras de alta resolução e sensores, os drones capturam imagens aéreas detalhadas de grandes áreas, gerando ortofotos e modelos tridimensionais.

## **7 - CAPÍTULO 3 - Conhecendo a Estação Total**

A Estação Total é um equipamento que foi desenvolvido na década de 90 como resultado da união dos teodolitos eletrônicos informáticos integrados a um distanciômetro eletrônico (MED). De acordo com Ramos (1999), estação total é como um teodolito eletrônico, equipado com um sistema de medições que utiliza ondas de luz, normalmente infravermelho, e os princípios da física para o cálculo das distâncias em função do tempo decorrido entre a emissão do raio de luz, seu reflexo num prisma e seu retorno ao equipamento emissor. Já para Veiga Et al., 2012 a estação total nada mais é do que um teodolito eletrônico (medida angular), um distanciômetro eletrônico (medida linear) e um processador matemático, associados em um só conjunto.

A estação total é um instrumento fundamental na topografia e na engenharia civil. Ela é amplamente usada para medir ângulos horizontais e verticais, além de distâncias inclinadas, que são posteriormente processadas para determinar coordenadas tridimensionais de pontos no terreno. Seu uso engloba projetos de construção, levantamento de estradas, loteamentos urbanos e rurais, barragens, terraplanagem, mapeamento geodésico e até aplicações mais sofisticadas, como em estudos de deformações e monitoramento de estruturas.

### **7.1. Evolução e Funcionamento**

As primeiras estações totais surgiram a partir da combinação de dois instrumentos clássicos: o teodolito e o distanciômetro. O teodolito permitia medir ângulos com precisão, enquanto o distanciômetro introduziu a capacidade de calcular distâncias sem a necessidade de fitas métricas, usando ondas eletromagnéticas. Com a chegada das estações totais eletrônicas, foi possível integrar essas duas funções, além de adicionar um software interno que permite registrar dados diretamente no campo.

Uma estação total moderna é composta por três principais componentes, são eles 1 Unidade de medição angular: Responsável por medir ângulos horizontais e verticais com alta precisão; 2 - Distanciômetro eletrônico (EDM): Mede a distância entre a estação total e um prisma refletor, ou até mesmo diretamente em alguns modelos mais avançados e 3 -Controlador e software: Armazena os dados coletados e, em alguns modelos, permite cálculos e processamento imediato no local

## 7.2 - Tipos de Aplicações Práticas

O uso da estação total proporciona o posicionamento preciso de fundações, a verificação de alinhamentos em construções e a definição de cotas para terraplanagem. Ela é o instrumento responsável por colocar o projeto desenvolvido pela engenharia civil em seu local exato no campo, processo conhecido como locação de obras. No mapeamento geodésico, ela é usada para a criação de mapas topográficos detalhados, essenciais para o planejamento urbano e rural.

Além disso, ela é fundamental no monitoramento de estruturas, como barragens e pontes, podendo ser configurada para registrar, em intervalos regulares, possíveis deformações, ajudando na prevenção de desastres.

## 7.3 - Vantagens da Estação Total

**7.3.1 - Precisão e confiabilidade:** Com capacidade de medir distâncias com precisão milimétrica e ângulos com uma fração de grau, é possível obter resultados extremamente detalhados.

**7.3.2 - Rapidez:** Diferente dos métodos tradicionais de medição, a estação total acelera significativamente o trabalho de campo, especialmente ao integrar o distanciômetro e o teodolito em um único aparelho.

**7.3.3 - Armazenamento e processamento de dados:** Muitos modelos de estação total armazenam dados eletronicamente, permitindo fácil transferência para softwares de mapeamento e modelagem 3D.

## 7.4 - Tipos de Estação Total

Dentre os variados tipos de estações totais, temos:

**7.4.1 - Estação total manual:** Nela o operador é responsável por alinhar o instrumento e realizar as medições, inserindo manualmente os dados de coordenadas e orientações.

**7.4.2 - Estação total com controle remoto:** Utiliza tecnologia sem fio para ser operada a distância, permitindo medições em áreas de difícil acesso ou perigosas.

**7.4.3 - Estação total robótica:** Dispensa o uso de um operador direto, sendo controlada remotamente para realizar medições automáticas e contínuas.

## **8 - CAPÍTULO 4 : GNSS RTK - Conceitos e Aplicações**

### **8.1 – Conhecendo o GNSS RTK**

O GNSS (Global Navigation Satellite System) RTK (Real-Time Kinematic) é uma técnica avançada de posicionamento por satélite que oferece alta precisão, frequentemente na ordem de centímetros. Essa tecnologia é amplamente utilizada em áreas como engenharia civil, agricultura de precisão, geodésia, navegação marítima e controle de veículos autônomos. O RTK destaca-se por sua capacidade de corrigir erros nos sinais GNSS em tempo real, permitindo medições precisas e confiáveis.

Para Vicente *et al* (2012) GNSS RTK, são receptores de sinal de satélite que permitem a localização precisa de um ponto incluindo altura, com base em mais de uma constelação de satélites. Diferentemente dos aparelhos de GPS convencionais, os receptores GNSS possuem banda dupla ou mais, podendo receber sinais de constelações distintas simultaneamente, como GPS, GLONASS, Galileo e Compass, que segundo Guandalini (2012, p.38) totaliza uma média de 80 satélites para conexão. Isso permite grande precisão e rapidez na localização das coordenadas. Este sistema de levantamento é operado com dois receptores GNSS, sendo um, a base de referência (base ocupada), e outro o rover (CPE Tecnologias, 2018). Necessitam de acessórios adicionais para realizar as comunicações RTK por meio de rádio UHF ou sinal GSM. Este sistema é prático e rápido para levantamento cadastral, porém a comunicação UHF sofre interferências ao ter obstruções entre os dois receptores, o sistema GSM sofre com a má qualidade do sinal oferecido, ou a total falta dele em áreas rurais (Costa et al. 2008). Durante a operação não é necessário ter um profissional na base ocupada, sendo os serviços realizados apenas pelo rover.

### **8.2 – Como funciona o GNSS RTK**

Essa técnica está fundamentada em duas estações principais: Estação Base, montada que fica fixada em uma posição conhecida. Ela recebe sinais de satélites GNSS e calcula correções para erros que afetam os sinais, como erros atmosféricos e orbitais e outra Rover: que trata-se de uma unidade móvel que também recebe sinais GNSS e aplica as correções enviadas pela estação base para determinar sua posição com alta precisão.

O diferencial do RTK em relação a métodos convencionais de GNSS é o uso da fase da portadora do sinal, que possui uma resolução mais precisa que o código pseudorange, embora mais suscetível a ambiguidades iniciais.

### 8.3 - Transmissão das Correções

As correções calculadas pela estação base são transmitidas ao rover em tempo real por meio de uma conexão de rádio, celular ou internet. Para garantir essa comunicação, as seguintes tecnologias são frequentemente empregadas:

- **Rádio UHF:** Para operações locais, geralmente dentro de 10 a 20 km.
- **Rede NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol):** Para coberturas mais amplas, onde as correções são transmitidas por meio da internet.

### 8.4- Aplicações do GNSS RTK

Além do Levantamento Topográfico, o RTK é amplamente utilizado em outras áreas como Agricultura de Precisão: Para orientação de tratores e máquinas agrícolas; Engenharia Civil: Controle de máquinas e posicionamento em obras; Navegação Autônoma: Veículos terrestres e aéreos dependem de RTK para localização exata; Monitoramento Geodésico: Controle de deformações e monitoramento de movimentos de terra.

### 8.5 - Vantagens e Limitações

As principais vantagens de seu uso são: alta precisão em tempo real; correção de erros GNSS, garantindo maior confiabilidade; aplicável em ambientes dinâmicos.

Entre as limitações temos: dependência de linha de visão clara entre base e rover para comunicação via rádio, menor eficácia em áreas urbanas densas ou florestas devido à obstrução de sinais e necessidade de infraestrutura para operação em rede.

## 9 – Resultados e Discussão

O primeiro trabalho analisado, foi um levantamento realizado por Torres *et al*, 2021, em um Conjunto Habitacional Pajuçara II, localizado na cidade de Natal/RN. Nesse trabalho os autores apresentaram os seguintes resultados comparativos uma planta obtida por levantamento planialtimétrico convencional, essa elaborada com base nos pontos obtidos pela metodologia de irradiação da Estação Total auxiliada por GNSS RTK e pelo Partido Urbanístico Original do conjunto. Por análise geométrica, leva-se em consideração os 2 segundos de erro para as medidas retiradas a, no máximo, 700 m, conforme o tamanho do conjunto e a metodologia de levantamento, chega-se ao erro máximo estimado de 6 mm. Nesse trabalho, foi realizado um levantamento aerofotogramétrico, porém como o objetivo deste TCC, fora apenas a comparação entre levantamentos realizados com Estação Total e GNSS-RTK, não bordaremos a parte da areofotogrametria.

O autores destacam que o GNSS RTK conferiu o georreferenciamento de ambos os levantamentos, dessa forma, observa-se que o erro posicional das metodologias é influenciado por este equipamento, sendo necessário somar o erro deste com o dos outros equipamentos, já mensurados anteriormente.

A precisão padrão indicada pelo fabricante do GNSS RTK utilizado foi de 8 mm (precisão horizontal), além disso, esta foi acrescida do erro do pós-processamento do IBGE, obtida na plataforma do órgão. Para um levantamento estático planimétrico de duas frequências a um tempo aproximado e 4 horas se confere uma confiança de 9 mm. A partir da soma, se obtém um erro agregado de 1,7 cm. Assim, para se estimar o erro do levantamento topográfico convencional é preciso levar em conta a acurácia do GNSS RTK e o erro linear da estação total.

Na comparação da acurácia dos levantamentos topográficos convencionais e o erro agregado do GNSS RTK (cm) 1,7cm. Já Erro linear da Estação Total (cm) foi de 0,6cm -

A revisão bibliográfica sobre comparação do uso de Estação Total e de GPS RTK para o Levantamento topográfico, bem como sua relação com a prática de campo através de acompanhamento de medições feitas com ambos os equipamentos, permitiu estabelecer-se algumas situações e discussões.

De acordo com Grando *Et al* 2014 no levantamento realizado com Estação Total, o equipamento deve ser instalado em um determinado ponto da área a ser medida, do qual é necessário visualizar todos os pontos a serem levantados, caso não seja possível deve-se criar uma linha poligonal auxiliar, onde ocorrerão ocupações com novas estação de maneira a

permitir a visualização de todos os pontos, principalmente os vértices delimitadores da área a ser medida. Após o aparelho ser instalado, nivelado e configurado, procede-se a visualização do prisma, que com auxílio de um bastão próprio, é posicionado em cada um dos pontos a ser levantado, e nesse efetua-se a medição de ângulos e distâncias, que serão armazenados no próprio aparelho. Após todos os pontos serem coletados e armazenados, conclui-se o levantamento de campo, procedendo na sequência o processamento de tais dados.

Dentre as principais dificuldades encontradas nesse tipo de levantamento são a presença de vegetação ou construções entre o aparelho e o ponto, ondulação do terreno com presença de algumas depressões dificulta a visualização do prisma pelo aparelho, tamanho e formato da área, dificuldade de localização de marcos delimitadores da área.

No levantamento com GNSS RTK, não há a necessidade de visualização entre os pontos levantados, apenas é necessário abertura para recepção do sinal dos satélites. Assim os maiores problemas enfrentados com levantamentos com RTK é a qualidade de sinal de GPS, o que é prejudicado por vegetação ou construções que precisam ser solucionadas de alguma forma.

## **10 - Considerações Finais**

Diante das informações abordadas notamos qual a verdadeira importância das novas descobertas e tecnologias, as quais trouxeram novas perspectivas na área da agrimensura. A facilidade na manipulação de um GPS-RTK, as funções que ele dispõe permite aumentar a agilidade e a precisão do serviço prestado, além da facilidade diante das condições de relevo, necessitando apenas de sinal de satélite para obter precisão, já com a Estação Total é necessário abrir caminhos para visualizar o ponto, ou até fazer várias amarrações em uma área para concluir o levantamento, além de após isso necessitar efetuar o processamento dos dados no computador para iniciar a locação de pontos e linhas. No estudo de caso abordado aqui, a estação total mostrou-se levemente mais precisa que o GNSS RTK. As duas tecnologias são importantes e possível de ser usadas concomitantemente em um levantamento onde uma complementar a outra.

## 11 – Referências Bibliográficas

ABNT. NBR-13.133 – Normas Técnicas para a Execução de Levantamentos Topográficos. Rio de Janeiro, 1994

ARAÚJO , O. S.; BRUM, E. V. P.; SILVA, E. P., CAIONI C.; CLAUDINO, W. V. Acurácia Posicional Do Modelo Digital De Terreno Com Os Modelos Digitais De Elevação: Aster Gdem, Srtm E Topodata. 2014

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

ESPARTEL, L. *Curso de Topografia*. 9.ed. Rio de Janeiro: Editora GLOBO, 1987. 656p.

GUANDALINI, Marcos. Análise metodológica do posicionamento relativo através do GNSS e suas aplicações na engenharia: uso da técnica RTK/GSM. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-17062013-145658/publico/Marcos\\_Guandalini\\_agosto2012.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-17062013-145658/publico/Marcos_Guandalini_agosto2012.pdf). Acesso em: 17 de setembro de 2022.

GRANDO, D. L. ; LAND V., RHODEN, A. C.. LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS – Estação Total X GPS RTK, 2014. Disponível em: <https://faifaculdades.edu.br/eventos/AGROTEC/2014/1AGROTEC/arquivos/resumos/res21.pdf>  
Consultado em 10/11/2024

JÚNIOR, JOSÉ MACHADO COELHO JÚNIOR, FERNANDO CARTAXO ROLIM NETO, JÚLIO DA SILVA CORREA DE OLIVEIRA ANDRADE *Topografia geral*. – Recife : EDUFRPE, 2014.

WOLF, P. R. Surveying and mapping: *History, Current Status and Future Projections*. Páginas 163 a 191 do livro *Perspectives in Civil Engineering: Commemorating the 150th Anniversary of the American Society of Civil Engineers*. Editado por American Society of Civil Engineers, 2003.

Bookman, 2016. SILVA, H. R; Monico J. F. G; Alves D. B. M. *Análise do desempenho do RTK em rede no Brasil sob efeito da cintilação ionosférica*. Revista Brasileira de Cartografia, n.68/10, p. 2083-2102, 2016.

RAMOS, D. *Geodésia na prática*. Araraquara: MDATA Informática Ltda., 1999. 231p.

SEIXAS, ANDRÉA DE; GAMA LUCIENE FERREIRA; MORAES, JOÃO NAVES DE; SOUZA, ANGELA MARIA BARBOSA - *O Estabelecimento de Padrões de Referência Altimétrica utilizando o nivelamento Geométrico para a definição de alvos altos e Inacessíveis*. BCG - Boletim de Ciências Geodésicas - On-Line version, ISSN 1982-2170. 2012.

Silva, H. R; Monico J. F. G; Alves D. B. M. *Análise do desempenho do RTK em rede no Brasil sob efeito da cintilação ionosférica*. Revista Brasileira de Cartografia, n.68/10, p. 2083-2102, 2016.

SILVA, I. DA; SEGANTINE, P. C. L. *Topografia para Engenharia: Teoria e Prática de Geomática*. 1.ed. Rio de Janeiro: Editora ELSEVIER, 2015. 412p.

TORRES, ELLEN MIRLEY MEDEIROS; TINOCO, VINICIUS NAVARRO VARELA; JUNIOR ALMIR MARIANO DE SOUSA. *Comparação Acurácia De Um Levantamento Topográfico Com Estação Total E Drone, Associados Ao Gns Rtk: Estudo De Caso Em Natal/RN. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC 15 a 17 de setembro de 2021*

TULER, M.; SARAIVA, S. *Fundamentos de Topografia*. Porto Alegre: Bookman, 2014.

TULER, M.; SARAIVA, S. *Fundamentos de Geodésia e Cartografia*. Porto Alegre. 2016

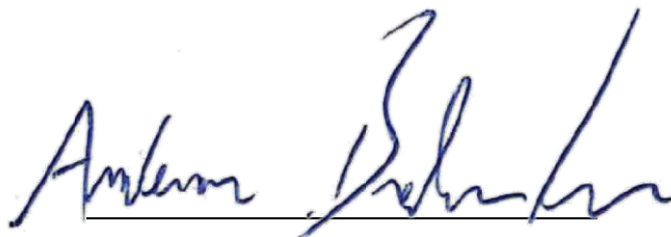
VEIGA, L. A. K.; ZEHNPENNIG, M. AP. Z.; FAGGION P. L. *Fundamentos De Topografia, Engenharia Cartográfica e de Agrimensura Universidade Federal do Paraná*, 2012.

## SOLICITAÇÃO DE ACEITE DE ORIENTAÇÃO

Eu Anderson Barbosa Silva, Discente do Curso de Engenharia de Cartografia e Agrimensura da FEAMIG, venho por meio desse Solicitar ao Professor Carlos Henrique Passos Mairink a orientação do meu Trabalho de Conclusão de Curso - TCC, no qual pretendo abordar sobre a comparação da utilização entre os equipamentos Estação Total e GNSS RTK, para levantamentos Topográficos e Locações de Obras.

Jaguaquara-BA, 11 de março de 2024,

Atenciosamente,

A handwritten signature in blue ink, reading "Anderson Barbosa Silva", written over a horizontal line.

Anderson Barbosa Silva