

**ANÁLISE COMPARATIVA DO LEVANTAMENTO  
PLANIALTIMÉTRICO INTEGRADO AO PROJETO AS BUILT DE  
ESGOTAMENTO SANITÁRIO**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PLANIALTIMETRIC SURVEY  
INTEGRATED TO THE AS BUILT PROJECT OF SANITARY SEWAGE**

Hélio Ferraz de Oliveira Filho<sup>1</sup>, Raquel Naiara Fernandes Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduando na Faculdade de Engenharia Civil – FECIV, Universidade Federal de Uberlândia – UFU,  
Minas Gerais, Brasil – [hlioferraz1@gmail.com](mailto:hlioferraz1@gmail.com)

<sup>2</sup> Professora na Faculdade de Engenharia Civil – FECIV, Universidade Federal de Uberlândia – UFU,  
Minas Gerais, Brasil – [raquelfernandes@ufu.br](mailto:raquelfernandes@ufu.br)

*Resumo: O trabalho consistirá no estudo da utilização de topografia e geodésia em conjunto com o projeto as built de redes de esgoto, de modo a analisar o levantamento com estação total e com GPS RTK NTRIP (Networked Transport of RTCM via internet Protocol). Em suma, este trabalho contemplou a execução do levantamento topográfico planialtimétrico com dois equipamentos diferentes e comparação entre eles, tendo como base o arquivo disponibilizado pelo DMAE (Departamento Municipal de Água e Esgoto) de uma área localizada no perímetro urbano da cidade de Uberlândia, considerando suas características e seu georreferenciamento. Para isso, informações da região analisada, como a locação e a cota dos poços de visita, foram coletadas e usadas para a comparação. O desenvolvimento do trabalho contribuiu para a validação dos dois equipamentos na coleta das informações necessárias para um projeto as built de redes de esgoto, além da comparação e da apresentação das vantagens e desvantagens de cada método.*

*Palavras-chave: Estação total. GPS RTK NTRIP. Topografia. Geodésia. as built de redes de esgoto.*

*Abstract: The work will consist in the study of the use of topography and geodesy in conjunction with the as built project of sewage networks, in order to analyze the survey with a total station and with GPS RTK NTRIP (Networked Transport of RTCM via internet Protocol). In short, this work contemplated the execution of the planialtimetric topographic survey with two different equipments and comparison between them, based on the file made available by the DMAE (Municipal Department of Water and Sewage) of an area located in the urban perimeter of the city of Uberlândia, considering its characteristics and its georeferencing. For this, information from the analyzed region, such as the location and quota of the manholes, were collected and used for comparison. The development of the work contributed to the validation of the two equipments in the collection of the necessary information for an as-built project of sewage networks, in addition to the comparison and presentation of the advantages and disadvantages of each method.*

*Keywords: Total station. GPS RTK NTRIP. Topography. Geodesy. As built-in sewer networks.*

## 1. INTRODUÇÃO

A existência e a constante atualização de uma base cadastral, oriunda de métodos de levantamentos, auxilia qualquer obra de engenharia civil, de modo a verificar desde a viabilidade de um projeto até a execução do mesmo (SOARES, 2014). Com isso a ABNT NBR13.133 (1994) define “Rede de referência cadastral” como uma rede de apoio de âmbito municipal para os levantamentos voltados a projetos, cadastros ou implantação de obras, sendo constituídas por pontos de coordenadas planialtimétricas referenciados ao Sistema Geodésico Brasileiro.

O levantamento planialtimétrico georreferenciado é realizado para se obter informações necessárias de uma área, seja qual for o elemento de estudo como poços de visitas, registros, lotes e outros, os quais são definidas por meio de coordenadas (X, Y e Z) coletadas por aparelhos topográficos (UZEDA, 1963).

Torna-se relevante ressaltar que a presença de redes para a coleta de esgotamento sanitário não garante os parâmetros necessários para a eficácia do sistema. Existem alguns fatores como a corrosão das tubulações, as ligações clandestinas, o não cadastramento e a má gestão dos projetos, que prejudicam a qualidade da coleta e que ocasionam impactos negativos no desenvolvimento econômico e humano da cidade.

Diante do exposto, este trabalho propõe, com relação ao cadastro das redes de esgoto construídas, a apresentação do método de conferência usado pelo Departamento de Água e Esgoto (DMAE) de Uberlândia (MG) e a comparação entre dois equipamentos usados para o desenvolvimento do projeto *as built* da Gleba 1 do Loteamento Luizote IV, no município de Uberlândia (MG). Tais equipamentos são: GNSS RTK NTRIP e Estação Total, os quais foram operados para realizar o levantamento planialtimétrico georreferenciado dos poços de visitas, a fim de extrair as informações necessárias para um bom cadastramento, as quais devem obedecer aos parâmetros de conferência do DMAE e que foram utilizadas para comparação considerando os dados do órgão regulamentador como base.

A topografia é de suma importância nas diversas áreas e etapas da engenharia civil. No mercado atual, existem diferentes tipos de instrumentos para a realização dos levantamentos planialtimétricos, logo é importante o conhecimento dos métodos e da precisão de cada equipamento, para a escolha da melhor alternativa, de modo a garantir a eficiência e a praticidade do serviço.

## 2. PROJETO DE SANEAMENTO – ESGOTO

De acordo com a ABNT NBR 9648 (1986), o esgoto sanitário é composto por líquidos despejados oriundos do esgoto doméstico, da contribuição pluvial parasitária, do esgoto industrial e da água de infiltração. Segundo Von Sperling (1996), o esgoto possui sólidos orgânicos, suspensos e dissolvidos, além de microrganismos. Por conta disso, é necessária a coleta, o tratamento e destinação final, devido esses materiais serem poluente ao meio ambiente.

Em meios urbanos, a solução mais usualmente aplicada é a de sistemas coletivos, a qual é realizada por meio de canalizações que recebem os esgotos e que os conduzem até o despejo final, onde é feito o tratamento adequado (VON SPERLING, 2005). Com isso, é recomendável pela ABNT NBR 9648 (1986) um estudo de concepção que deve prever uma alternativa quantitativa e qualitativamente rentável e ter um balanceamento técnico, econômico, social e financeiro. Esse balanceamento se dá com um projeto dimensionado de um traçado que prevê a melhor condição de passagem das tubulações, de modo a minimizar a quantidade de tubos e poços de visita.

De acordo com Tsutiya e Sobrinho (2000), um sistema de esgotamento sanitário é composto pelas tubulações, que podem ser: tubo coletor, coletor principal, coletor tronco, interceptor, emissário e sifão invertido, os quais se diferem por suas características e funções. Além disso, compõe o sistema a estação elevatória; o corpo receptor, que é o local de lançamento dos esgotos tratados; a estação de tratamento e os poços de visitas.

A topografia, de acordo com Borges (1997), fornece o conhecimento essencial desde a fase de projeto, continua na fase de execução e é necessária na parte final, a qual é usada para o cadastramento.

Com relação ao traçado das tubulações, a aceleração da gravidade é um dos principais elementos fundamentais para o projeto geométrico do sistema de esgotamento sanitário. Visando isso e a coleta de forma efetiva, a localização das redes projeta-se na via geralmente de 1,5 a 3 metros de distância do fim da calçada.

Em relação ao lado em que se alocam as tubulações, adota-se sempre o que estiver mais próximo às testadas dos lotes; e em casos que a via apresentar seus dois lados próximos aos lotes, desenha-se na parte em que está o sentido do escoamento. Quanto à posição dos poços de visitas, seguindo as orientações da ABNT NBR 9649 (1986) eles devem estar presentes nas curvas das redes; no fim ou no meio de tubulações retas que chegarem a um comprimento de 100 metros, de modo a evitar que isso aconteça; e nas esquinas para coletar a vazão dos tubos que se encontram nesse ponto.

Com as localizações definidas, é possível definir as profundidades e as declividades das redes, considerando o diâmetro adotado respeitando o mínimo estipulado pela ABNT NBR 9649 (1986). Posteriormente, é realizado o dimensionamento e, assim, o projeto vai para a execução.

Logo após a construção, é importante ter o cadastro dos poços de visitas e das redes, chamado de projeto *as built*, o qual o foco são as locações das redes por meio da topografia e que são avaliados pelo órgão competente, no caso de Uberlândia, o Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE) (DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO, 2022).

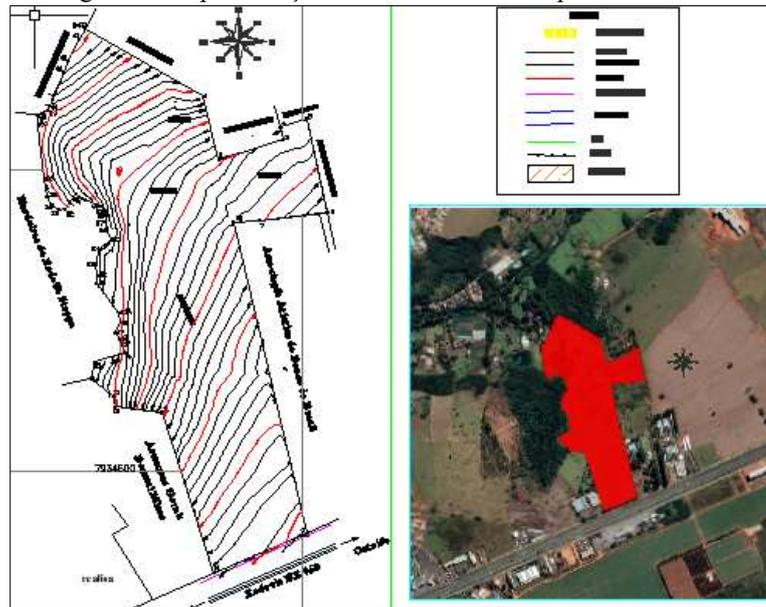
### 2.1 Levantamento *as built*

O levantamento *as built* consiste em apresentar o que está presente em campo, por meio de um levantamento que tem o objetivo de coletar os dados de interesse. (Segantine et al., 2022). Focando em um projeto de rede de esgotamento sanitário no local de estudo deste artigo, nesse levantamento são exigidas as locações georreferenciadas em SIRGAS 2000 das redes e poços de visitas (PVs); profundidade e declividade dos mesmos; os quantitativos dos PVs e tubulações; além de um projeto desenhado no *software* AutoCad com as devidas *layers* e blocos exigidos pelo Departamento Municipal de Água e Esgoto da cidade de Uberlândia (MG). Nesta pesquisa os levantamentos foram realizados tanto pela Estação Total, quanto por GNSS RTK NTRIP, considerando os conceitos e regras da topografia e geodésia.

## 3. TOPOGRAFIA

O objetivo principal da Topografia é realizar um levantamento, baseado em medições de ângulos, distâncias e desníveis, a fim de representar uma porção de área em uma escala adequada, por meio de operações em campo com o intuito de coletar dados. Esse levantamento, denominado topográfico, é dividido em planimétrico, o qual procura determinar a posição dos pontos (coordenadas X e Y); e altimétrico, onde busca propiciar a cota ou a altitude de um ponto (coordenada Z). O levantamento simultâneo dos dois tipos dá origem ao levantamento planialtimétrico (Figura 1) (VEIGA et al., 2012).

Figura 1 - Representação de um levantamento planialtimétrico



Fonte: Autor (2022)

Na Figura 1 é possível visualizar a planimetria (vértices da área), permitindo o cálculo da área por exemplo; e a altimetria, representada pelas curvas de nível geradas a partir de coordenadas altimétricas.

Nesse trabalho, o levantamento utilizando a estação total será o método de poligonação para a planimetria e o nivelamento trigonométrico para obtenção das informações altimétricas. Já com a tecnologia por satélites, as informações planialtimétricas serão obtidas diretamente a partir de um posicionamento RTK NTRIP. Tais métodos serão detalhados nas próximas seções.

### 3.1 Poligonação

Existem métodos de levantamento identificados como topografia clássica, usadas com mais frequência pela estação total. A Estação Total (Figura 2) é um aparelho eletrônico usado para coletar os dados de interesse, podendo ser ângulos, distâncias e/ou coordenadas; que são utilizados para representar graficamente o local do levantamento, sem precisar de anotações, devido as informações serem gravadas e descarregadas para um computador, onde também podem ser trabalhadas através de vários *softwares* específicos (JÚNIOR et al., 2014).

Figura 2 - Estação Total



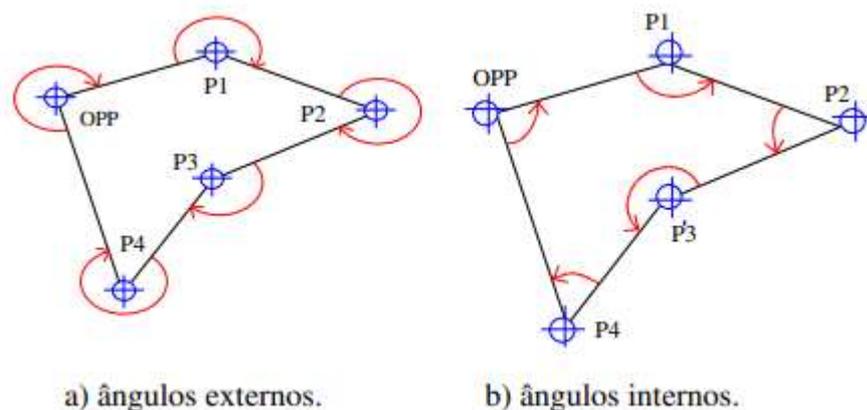
Fonte: TEOMAC (2017)

Em um levantamento topográfico, além do equipamento, pode ser usado um bastão e um prisma, os quais são colocados nos pontos de interesse. O bastão é um acessório de metal em que é anexado, em sua parte superior, o prisma. (JÚNIOR et al., 2014).

O método comumente usado é chamado de poligonação, o qual visa determinar distâncias e direções entre os pontos de uma poligonal. Para a reunião das informações estaciona-se o aparelho em um vértice e, a partir dele, coleta-se a RÉ (vértice anterior), a VANTE (vértice posterior) e os pontos de interesse, de modo a pegar suas coordenadas X, Y e Z e as distâncias entre os vértices (INCRA, 2013).

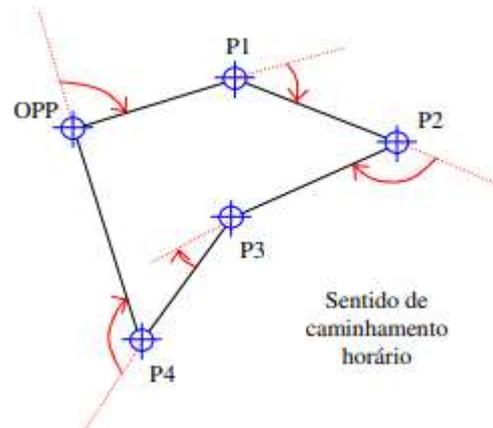
Além disso, são definidos os ângulos entre os lados, os quais podem ser externos ou internos (Figura 3), e ainda é possível medir os ângulos de deflexão (Figura 4 (VEIGA, 2012)). Existem basicamente três tipos de poligonal: poligonal aberta, fechada e enquadrada.

Figura 3 - Ângulos externos e internos de uma poligonal fechada



Fonte: VEIGA (2012)

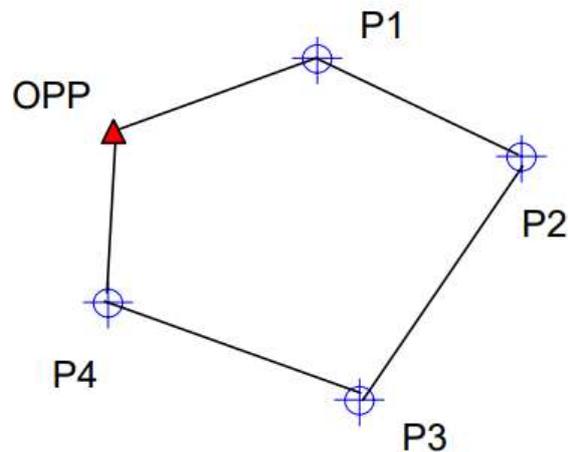
Figura 4 - Ângulos de deflexão de uma poligonal fechada



Fonte: VEIGA (2012)

O tipo de poligonal utilizado nesta pesquisa foi a poligonal fechada, no qual conhecidas as coordenadas de um ponto, começa-se o levantamento a partir deste vértice e retorna-se para o mesmo vértice, de forma a verificar se houve algum erro de fechamento linear ou angular (VEIGA, 2012) (Figura 5).

Figura 5 - Poligonal fechada



Fonte: VEIGA (2012)

Com os dados obtidos em campo, efetua-se o cálculo das coordenadas no ponto de partida, que no caso já tem suas coordenadas conhecidas. Primeiramente, é feita a verificação do erro de fechamento angular, o qual o somatório dos ângulos externos é determinado pela Equação 1, onde  $n$  é a quantidade de estações da poligonal (Veiga, 2012).

$$\text{Somatório dos ângulos externos} = (n + 2) * 180^\circ$$

Equação 1

O erro angular ( $e_a$ ) é encontrado pela Equação 2, e precisa ser menor que a tolerância angular, a qual a ABNT NBR13.133 (1994) estipula os limites máximos em função da classe do levantamento apresentados no Quadro 1. De acordo com Furtado (2011), o erro sendo menor que a tolerância, divide-se o erro entre os ângulos encontrados; caso contrário, deve-se refazer as medições tomando o cuidado no posicionamento do retículo do equipamento com o eixo da baliza, que de acordo com Veiga (2012) geralmente é o causador do erro angular.

$$(e_a) = \text{Somatório dos ângulos externos} - (n + 2) * 180^\circ \quad \text{Equação 2}$$

Quadro 1 - Cálculo dos limites máximos do erro angular

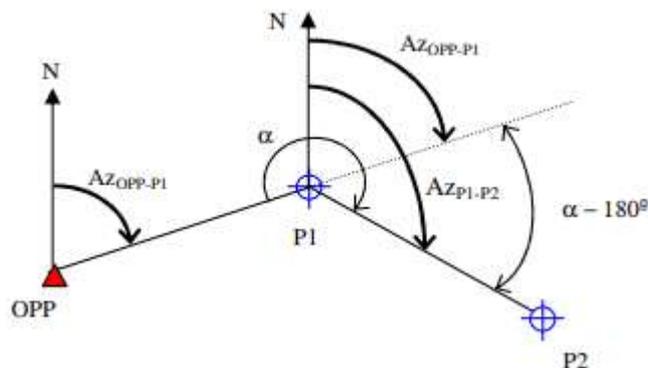
Classes	Erro Angular
IP	6" . $\sqrt{n}$
IIP	15" . $\sqrt{n}$
IIIP	20" . $\sqrt{n}$
IVP	40" . $\sqrt{n}$
VP	6' . $\sqrt{n}$

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 13.133 (1994)

Depois de corrigir os ângulos horizontais, calcula-se os azimutes pela Equação 3 considerando a medição sendo no sentido horário, onde para melhor entender a fórmula usada no processo, segue a Figura 6 abaixo.

$$AZ_{P1-P2} = AZ_{Opp-P1} + \alpha - 180^\circ \quad \text{Equação 3}$$

Figura 6 - Cálculo do azimute



Fonte: VEIGA (2012)

A Equação 5 representa o cálculo do azimute da Figura 9, porém para os cálculos seguintes é seguido o mesmo raciocínio. Caso o resultado for maior que  $360^\circ$ , subtrai-se  $360^\circ$  do valor; e se for negativo, soma-se  $360^\circ$  ao valor resultante (Veiga, 2012).

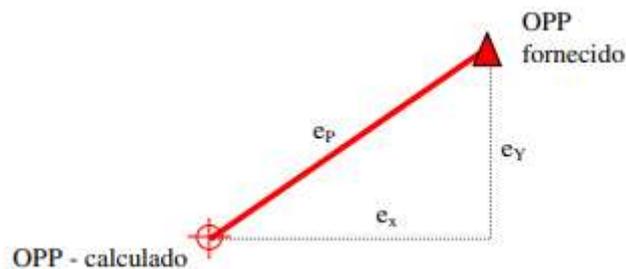
Após isso, faz-se os cálculos das coordenadas parciais começando pelo ponto de partida até o retorno do mesmo pelas Equações 4 e 5 (Veiga, 2012).

$$X_i = X_{i-1} + d_{i-1,i} * \text{sen}(Az_{i-1,i}) \quad \text{Equação 4}$$

$$Y_i = Y_{i-1} + d_{i-1,i} * \text{sen}(Az_{i-1,i}) \quad \text{Equação 5}$$

A diferença entre as coordenadas calculadas e as encontradas para o ponto de partida é o erro linear, o qual pode ser decomposto em X e Y (Figura 7) e assim encontrado pelo teorema de Pitágoras, onde o erro é a hipotenusa no triângulo retângulo.

Figura 7 - Decomposição do erro linear



Fonte: VEIGA (2012)

Esse erro deve ser menor que a tolerância determinada pela ABNT NBR 13.133 (1994) em função da classe do levantamento, mostrada no Quadro 2, onde o L é o perímetro da poligonal e deve estar em quilômetros.

Quadro 2 - Cálculo dos limites máximos do erro linear

Classes	Erro Linear
IP	$0,10 \cdot \sqrt{L}$
IIP	$0,30 \cdot \sqrt{L}$
IIIP	$0,42 \cdot \sqrt{L}$
IVP	$0,56 \cdot \sqrt{L}$
VP	$2,20 \cdot \sqrt{L}$

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 13.133 (1994)

De acordo com Veiga (2022), o erro sendo menor que a tolerância, corrige-se utilizando as Equações 6 e 7, onde L é o perímetro da poligonal e  $d_{i-1,i}$  é a distância i-j.

$$C_{xi} = -\frac{e_x}{L} * d_{i-1,i} \quad \text{Equação 6}$$

$$C_{yi} = -\frac{e_y}{L} * d_{i-1,i} \quad \text{Equação 7}$$

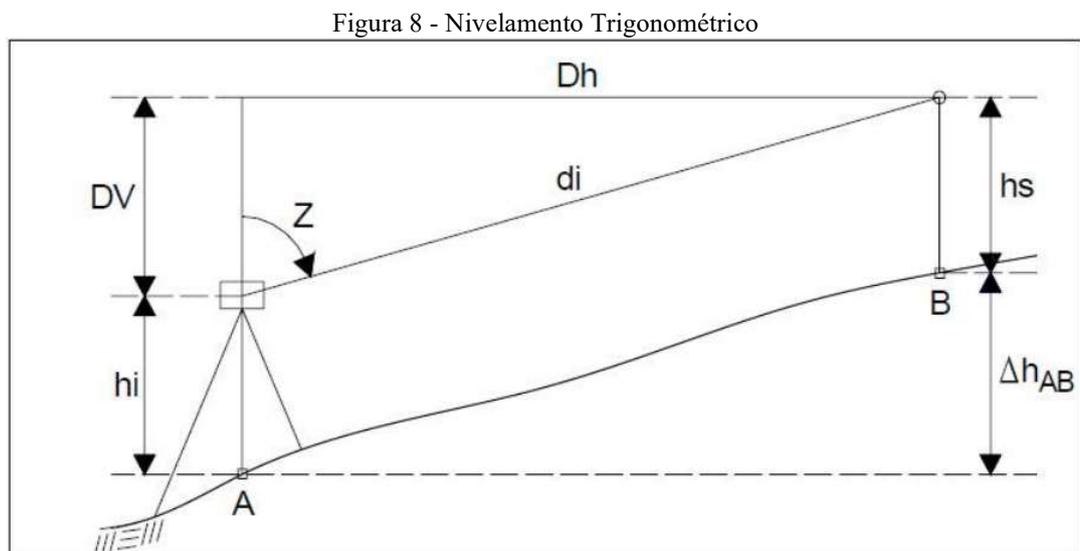
Com isso, as coordenadas finais corrigidas são encontradas pelas Equações 8 e 9.

$$X_i^c = X_{i-1}^c + d_{i-1,i} * \text{sen}(Az_{i-1,i}) + C_{xi} \quad \text{Equação 8}$$

$$Y_i^c = Y_{i-1}^c + d_{i-1,i} * \text{sen}(Az_{i-1,i}) + C_{yi} \quad \text{Equação 9}$$

### 3.2 Nivelamento trigonométrico

O nivelamento trigonométrico baseia-se na resolução de um triângulo retângulo, a qual determina de forma indireta a diferença de nível entre os dois pontos de interesse. Essa diferença dá-se pela determinação do ângulo vertical pela estação total e da distância entre eles, considerando a altura do centro do limbo do aparelho ao local e a altura do local do sinal visado (MENEGHETTI, 2022) (Figura 8).



Fonte: OLIVEIRA (2016)

A diferença de nível entre dois pontos, aplicando o Nivelamento topográfico pode ser calculada com a Equação 10 (OLIVEIRA, 2016):

$$\Delta h_{AB} = hi - hs + Dh * \text{cotg}(Z) \quad \text{Equação 10}$$

Onde:

$hi$  = altura do instrumento;

$hs$  = altura do sinal (prisma);

$Dh$  = distância horizontal;

$Z$  = distância zenital.

## 4. GEODÉSIA

De acordo com Segantine ([2022]), geodésia é a ciência que contempla a determinação de modelos representativos das formas, dimensões e do campo gravitacional da Terra e a definição de sistemas de referências com sua materialização na superfície. Ela engloba os estudos relacionados com os levantamentos de campo, além de modelos e métodos para determinar resultados com melhor acurácia.

### 4.1 Posicionamento por satélites

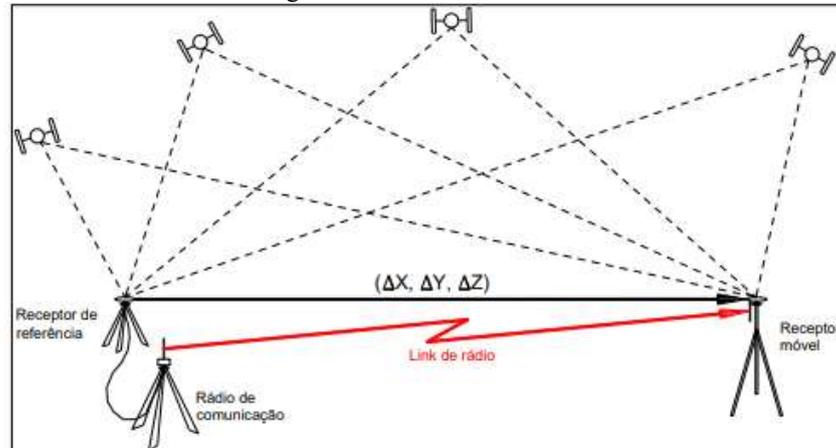
O posicionamento por satélites é geralmente realizado por meio do GNSS (*Global Navigation Satellite System*), o qual é composto por sistemas que fornecem a localização (X, Y e Z) de um ponto de interesse, por meio de um equipamento que recebe ondas de rádio de seus satélites (JÚNIOR *et al.*, 2014).

O GNSS possui uma ampla quantidade de aplicações e em diversas áreas de atuação e seus principais sistemas são: GPS (*Global Positioning System*), GLONASS (*Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema*), Galileo e, mais recentemente, o Beidou/Compass. Atualmente, dentre as técnicas, as mais usadas devido sua alta precisão são o RTK (*Real Time Kinematic*) em rede e o posicionamento por ponto preciso (PPP) (ALVES, 2013).

#### 4.1.1 RTK NTRIP

Em um levantamento RTK convencional é utilizado um receptor base, que é uma estação de referência; um *rover*, que é o coletor dos pontos de interesse, e um rádio de comunicação que envia ondas com os dados de correção (Figura 9). Com o avanço da tecnologia e o intuito de sanar as limitações do método convencional, surgiu o NTRIP (*Networked Transport of RTCM via internet Protocol*) (LIMA, 2008).

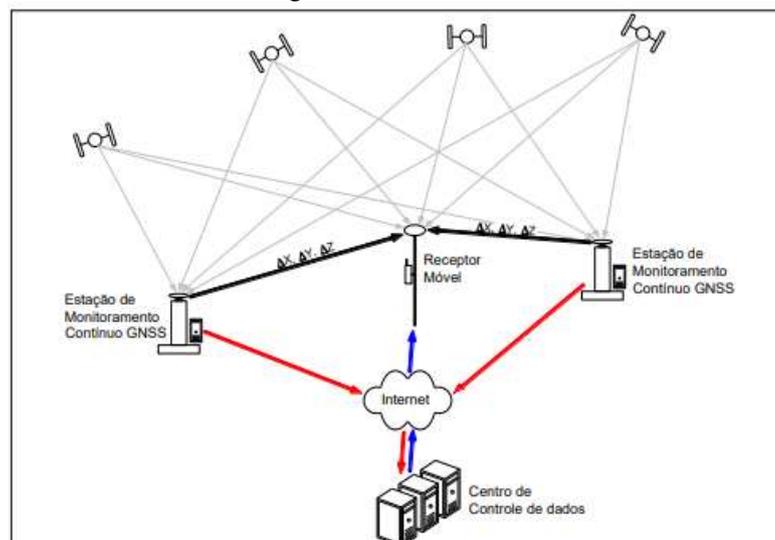
Figura 9 - RTK Convencional



Fonte: INCRA (2013)

De acordo com o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) (2013), o RTK NTRIP, também conhecido por RTK em rede, possibilita que os dados de correção são passados ao *rover* por meio da Internet, os quais vem de estações de monitoramento conectadas a um servidor central, tornando possível obter mais de um vetor e assim obtendo maior precisão dependendo da quantidade de estações de referência (Figura 10). Essa técnica se expande pela disponibilidade da telefonia celular, porém também é um fator limitante devido necessitar dos serviços de internet via celular.

Figura 10 - RTK NTRIP



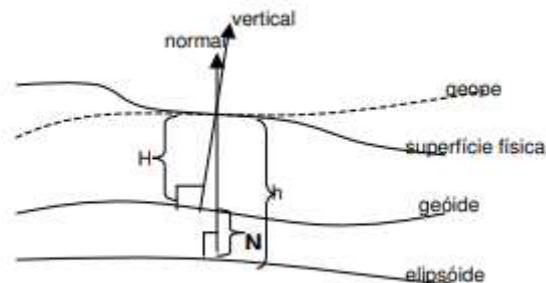
Fonte: INCRA (2013)

Em relação às altitudes, é importante saber que existe o geóide e o elipsoide. O geóide é a superfície real relacionada ao campo de gravidade da Terra, e o elipsoide é uma superfície de referência utilizada para se realizar cálculos matemáticos. Diante disso tem-se duas

diferentes altitudes: geométricas e ortométricas, as quais são apresentadas na Figura 11, onde  $h$  é a geométrica e a  $H$  é a ortométrica (ARANA, 2004).

Nestes levantamentos, usando a tecnologia GNSS, são encontradas a altitude geométrica, porém em alguns projetos como de *as built*, são usadas as altitudes ortométricas (ARANA, 2004). Portanto são usados alguns métodos ou *softwares* específicos para realizar esta conversão entre altitudes.

Figura 11 - Altura geométrica e ortométrica



Fonte: ARANA (2004)

Onde:

N: ondulação geoidal;

h: altitude geométrica;

H: altitude ortométrica.

## 5. METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho baseou-se na comparação de levantamentos planialtimétricos de nove poços de visita de esgoto, da Gleba 1 do Loteamento Luizote de Freitas IV. O primeiro foi realizado com a estação total e o segundo com um receptor GNSS RTK NTRIP, os quais foram comparados com um arquivo base fornecido pelo DMAE.

### 5.1 Área de estudo

Essa pesquisa teve como área de estudo o Loteamento Convencional – Gleba 1 – Residencial Luizote de Freitas IV de propriedade de Empreendimentos Imobiliários SPE OC LTDA. A Gleba 1, que se encontra na zona oeste da cidade de Uberlândia, no Triângulo Mineiro em Minas Gerais, Brasil e situa-se em confrontação com a Avenida Rio Mississippi, margem direita do Córrego do Óleo (Figura 12).

Figura 12 - Mapa de Situação



Fonte: *Google Earth Professional*. Modificado pelo autor (2022)

O loteamento tem características definidas no projeto urbanístico, sendo residencial unifamiliar e, também área comercial – lotes situados nas avenidas de pistas duplas constantes do empreendimento. Segue abaixo as informações sobre a composição dos setores (Quadro 3) e sobre a caracterização de área (Quadro 4).

Quadro 3 - Composição dos setores

QUADRO 3		COMPOSIÇÃO DOS SETORES			GLEBA 1
Item	Gleba	Setor	Quadra	Quantidade de Lotes	Área Pública
1	1	1	1	47 lotes	não consta
2	1	2	2	56 lotes	não consta
3	1	3	3	6 lotes	não consta
4	1	4	4	40 lotes	não consta
5	1	5	5	41 lotes	não consta
6	1	6	6, 7 e 8	102 lotes	não consta
7	1	7	9, 10, 11 e 12	208 lotes	não consta
8	Total	7 setores	12 quadras	500 lotes + 17.230,11 m <sup>2</sup> (recreação)	Área Verde 17.230,11 m <sup>2</sup>

Fonte: Autor (2022)

Quadro 4 - Caracterização de Área

QUADRO 4	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	GLEBA 1
	Área total da gleba	230.671,29 m <sup>2</sup>
	Área não edificante	não consta
	Áreas públicas	97.595,52 m <sup>2</sup>
	Área de recreação	17.230,11 m <sup>2</sup>
	Sistema Viário	80.365,41 m <sup>2</sup>
	Área Institucional	não consta
	Área de lotes	133.075,77 m <sup>2</sup>
	APP	não consta

Fonte: Autor (2022)

Nesta Gleba, foram usados como objeto de estudo, 9 poços de visita que estão localizadas ao redor da Quadra 04 que contém 40 lotes (Figura 13).

Figura 13 - Poços de Visita



Fonte: Autor (2022)

## 5.2 Materiais

Nesta seção serão descritos todos os equipamentos com suas respectivas precisões, acessórios, *softwares*, como também características do computador usado para o processamento dos dados desta pesquisa.

### 5.2.1 Estação Total

O equipamento usado no levantamento com Estação Total foi da marca Gowin, modelo TKS 202 (Figura 14). Ele possui um programa para coleta de dados, locação, cálculo de coordenadas, cálculo de área, intersecções à ré, distâncias e elevação remota. O aparelho pode ter 30 arquivos separados com memória de 24000 pontos com atributos ou 48000 pontos de coordenadas e tem classificação IP67 contra poeira e água. Sua precisão angular é de 2" e linear de 2mm + 2 ppm (HORIZON INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS, 2021). Além do equipamento foi utilizado uma baliza com um prisma acoplado e um tripé para a Estação Total.

Figura 14 - Estação Total Gowin TKS 202



Fonte: HORIZON INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS (2021)

### 5.2.2 GNSS RTK NTRIP

O equipamento usado no levantamento por NTRIP é da marca CHCNAV da CPE tecnologia, é um receptor GNSS i50 (Figura 15) e é combinado com o *software* de campo Landstar7 e o coletor de dados HCE320. Com ele é possível realizar levantamentos cinemáticos, estáticos, em tempo real (RTK), Stop & Go e NTRIP. O aparelho rastreia os sinais GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou e QZSS, totalizando 624 canais; possui NTRIP integrado, Rádio UHF Interno Rx/Tx integrado e modos de controle para Rádio externo; tem classificação IP67 contra poeira e água; e baterias duplas e removíveis de 3400 mAh. Sua acurácia para levantamentos RTK NTRIP é 8mm + 1 ppm RMS na horizontal; 15mm + 1 ppm RMS na vertical; possui tempo de inicialização menor que 10 segundos e confiabilidade de inicialização maior que 99,9% (CPE TECNOLOGIA, 2022). Além do equipamento foi utilizado uma baliza para sua acoplagem.

Figura 15 – GNSS i50



Fonte: CPE TECNOLOGIA (2022)

A coletora HCE320 (Figura 16) possui um teclado alfanumérico, sistema operacional Android 7.1, câmera de 8 Megapixel, e com IP67. Ela juntamente com o software LandStar e uma interface intuitiva fornece uma precisa e rápida coleta de dados (CPE TECNOLOGIA, 2022). O LandStar 7 é um *software* de mapeamento e levantamento e oferece interface de usuário para conclusão de projetos, gerenciamento de trabalho contínuo e um sistema que possibilita importação e exportação de dados em vários formatos (CPE TECNOLOGIA, 2022).

Figura 16 - Coletora HCE320



Fonte: CPE TECNOLOGIA (2022)

Como dito anteriormente, o RTK NTRIP fornece a altitude geométrica, a qual deve-se transformar em altitude ortométrica. Para isso, utilizou-se o hgeoHNOR2020, o qual entra com a latitude e longitude em SIRGAS2000 dos pontos de interesse e o interpolador fornece os fatores de conversão entre as altitudes (IBGE, 2020).

### 5.2.3 Ferramentas Computacionais

Para o uso das ferramentas computacionais, é importante ter um computador ou um *notebook* para importação e manejo dos dados adquiridos em campo. Nesta pesquisa foi usado um *notebook* Samsung modelo Np370e4k-kd3, com processador I3-5005u, tela de 14”, memória ram de 4gb, HD padrão de 1 tb, placa de vídeo Intel Hd Graphics e velocidade de processador de 2.00 ghz (TECHTUDO, 2022).

No *notebook* foram instalados os *softwares* necessários para este trabalho. O primeiro foi o AutoCAD 2019, o qual é uma ferramenta de desenho usada para desenhos e projetos, a qual inclui recursos que facilitam as tarefas que se quer desempenhar (AUTODESK, 2022). Também foi usado o *software* Topograph que possui módulos que processam dados topográficos, cálculos de volumes de terraplenagem, projetos viários e elaboração de notas de serviço (MUNDOGEO, 2010).

### 5.2.4 Estação total

Para o levantamento dos 9 poços de visita com a Estação Total, foi escolhido o método de poligonal fechada devido a possibilidade de verificação dos erros de fechamento, o qual proporciona uma maior confiabilidade na locação dos pontos de interesse. Primeiramente, foi coletada a coordenada de partida do levantamento, que no caso foi fornecida pelo DMAE (Ponto AUX 8), e um segundo ponto georreferenciado em SIRGAS2000 com o GNSS (Ponto L0), o qual foi usado para a ré.

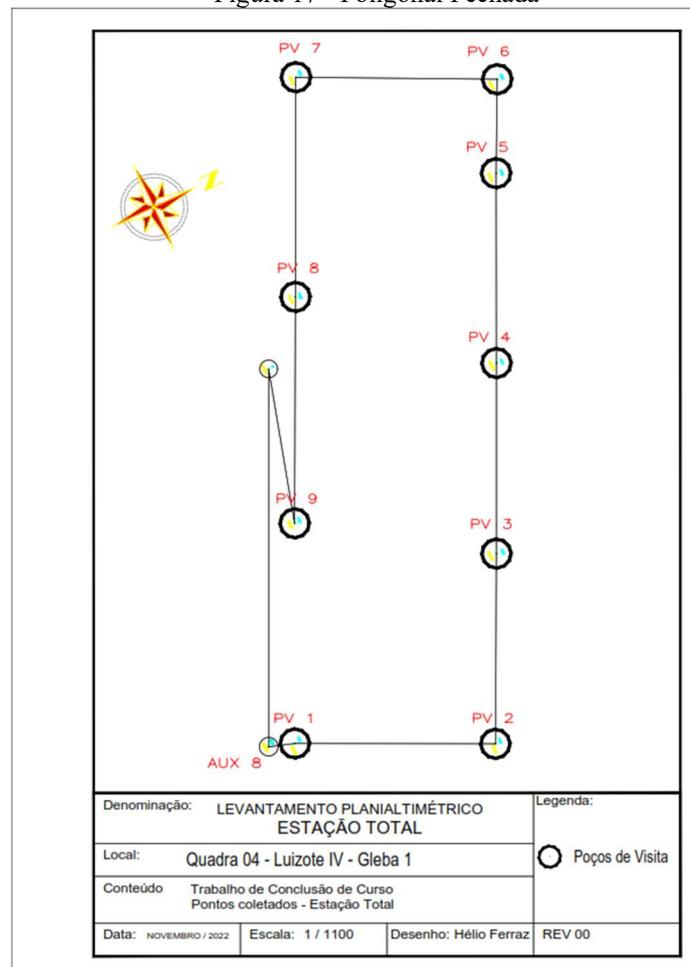
Com as duas coordenadas conhecidas, estacionou-se a estação no ponto AUX 8, visou a RÉ no LO e depois na VANTE, que no caso é o primeiro poço de visita (PV 1). Após isso, mudou-se a estação para o PV 1, visou a RÉ no AUX 8 e a Vante no PV 2; e assim procedeu-se o levantamento, no sentido anti-horário, seguindo esses passos até que a estação esteja no ponto georreferenciado (L0), onde visou a RÉ no último PV e a VANTE na base fornecida pelo DMAE (AUX 8).

Em todas as estações ocupadas foi informado ao aparelho a altura do mesmo (caracterizando um nivelamento trigonométrico), a qual, juntamente com os dados coletados eletronicamente, ficou armazenada na memória do equipamento, que depois foram descarregadas no *software* Topograph. O procedimento durou 1 hora e 30 minutos e foram necessárias duas pessoas, onde uma operava a estação total e outra segurava a baliza com o prisma.

Com o levantamento finalizado, um arquivo foi descarregado para o computador no formato tgp, o qual é compatível com o Topograph. No *software* importou-se o arquivo como caderneta completa e verificou se não havia nenhuma inconsistência como nome nos pontos divergentes. Na sequência, foram inseridas as coordenadas UTM e a altitude ortométrica da base atribuído ao ponto AUX 8, que são respectivamente:  $N = 7.905.378,396$  m;  $E = 779.858,991$  m e cota de 839,27 m; e do L0, que são  $N = 7.905.434,337$  m;  $E = 779.744,813$  m e cota de 841,06 m; em seu respectivo ponto; além de um azimuth estimado, que posteriormente foi alterado para o calculado.

Para o cálculo da poligonal, selecionou as linhas do levantamento em seu sentido de execução e definiu as tolerâncias, que de acordo com o Quadro 1, adotou-se a classe IP obtendo um limite de erro angular de  $18'$ , e de acordo com a Quadro 2, adotou-se a classe IP obtendo um limite de erro linear de 0,07 metros. Com isso, calculou-se a poligonal, de modo a fornecer as coordenadas e altitudes dos pontos coletados e assim exportou-se o arquivo para o formato dwg, que é compatível com o AutoCad (Figura 17).

Figura 17 - Poligonal Fechada



Fonte: Autor (2022)

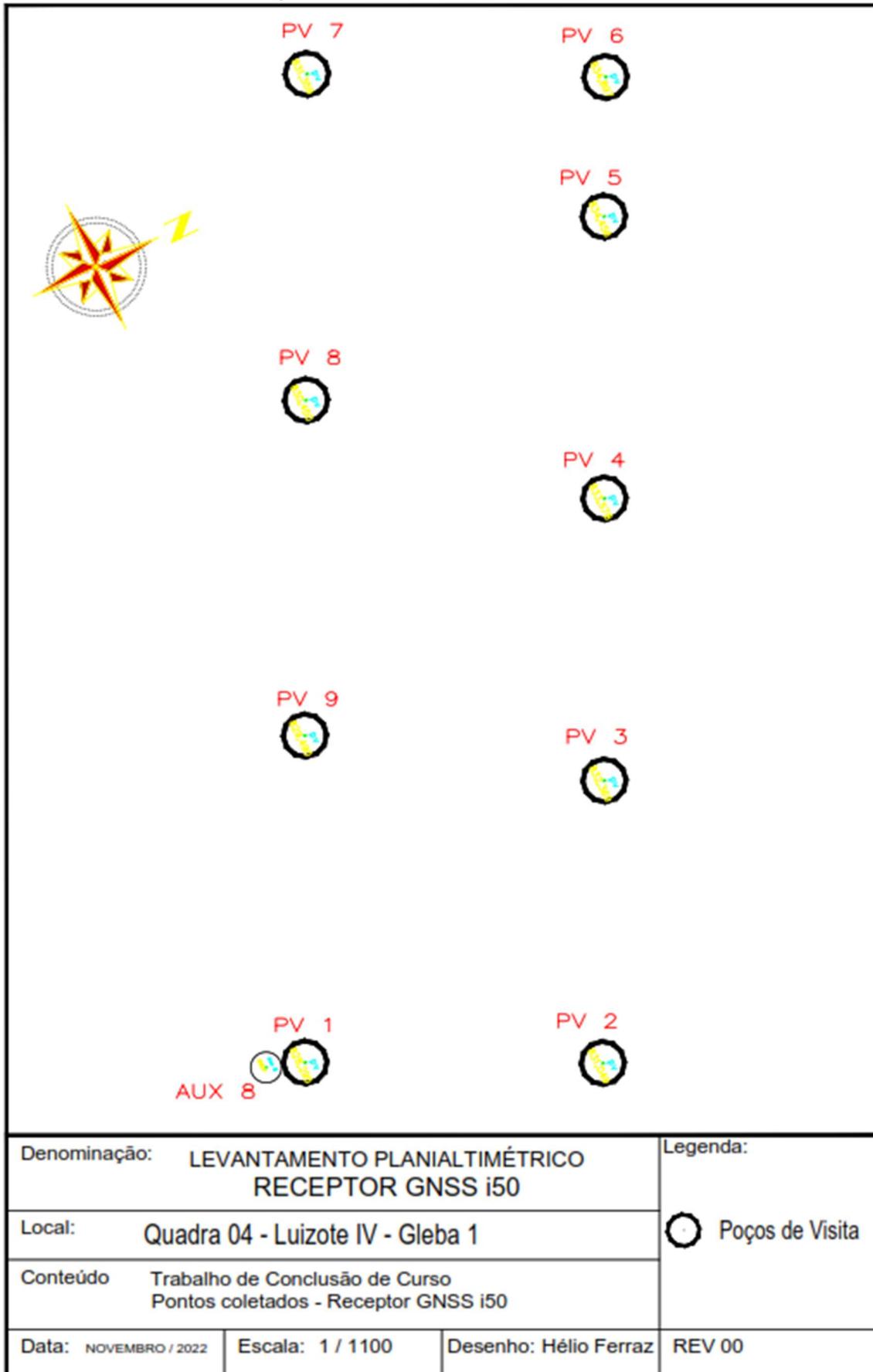
### 5.2.5 GNSS RTK NTRIP

Para o levantamento planialtimétrico dos 9 poços de visita com o GNSS RTK NTRIP, inicialmente ligou-se o receptor e conectou-se o aparelho com o coletor de dados por Bluetooth e assim com o *software* de campo Landstar7 foi prosseguido o levantamento das locações dos pontos, referenciados em SIRGAS2000. Com o receptor ligado e posicionado em um bastão de altura conhecida, verificou-se que na área de estudo o equipamento estava em boas condições de operacionalidade, devido à ausência de obstruções, sem muitas interferências de árvores ou construções possibilitando a coleta dos sinais dos satélites isentos de erros de multicaminho, como também uma boa conexão com a internet.

Com as condições favoráveis citadas acima, posicionou o receptor de forma nivelada no centro dos poços de visita e assim coletou-se os pontos. Além dos PVs, foi levantada a base fornecido pelo DMAE, afim de validação do levantamento, comparando a posição dos dois pontos. Com isso caracterizou-se um levantamento planialtimétrico dos pontos de interesse. O levantamento durou cerca de 15 minutos e foi necessária apenas uma pessoa, a qual opera a coletora conectada ao receptor GNSS i50.

Com o levantamento finalizado, um arquivo foi descarregado para o computador no formato txt, o qual é compatível com o Topograph. No *software* importou-se o arquivo e depois o exportou em dwg. Após isso, devido as coordenadas coletadas estarem ligadas à estação de monitoramento contínuo MGUB, localizada na Universidade Federal de Uberlândia, os pontos foram ajustados ao AUX 8 fornecido pelo DMAE; de modo a manter as condições iniciais para a comparação com a estação total (Figura 18). Já em relação à altitude, foi usado o hgeoHNOR2020 para encontrar os fatores de conversão para transformar as altitudes geométricas, fornecidas pelo levantamento, em altitudes ortométricas.

Figura 18 - Levantamento com o GNSS i50



## 6. RESULTADOS E ANÁLISES

Após o cálculo da poligonal e posterior exportação do levantamento para o formato dwg, cujos pontos foram coletados com a estação total (ET), verificou-se que o processo de campo e de escritório foram feitos de forma precisa e isso é comprovado devido os erros angulares e lineares, que são respectivamente 0,9” e 0,0025 metros. Nesse caso, tratam-se de erros abaixo da tolerância estabelecida para um levantamento de classe IP (Quadro 1 e 2). Com isso, as coordenadas e as altitudes dos pontos de interesse georreferenciadas em SIRGAS2000 foram comparadas com as dos pontos do DMAE (Quadro 5).

QUADRO 5 – Comparativo coordenadas e altitudes entre a ET e DMAE

Pontos	Coordenadas (Levantamento ET)		Altitude (Levantamento ET)	Coordenadas (DMAE)		Altitude (DMAE)	Diferença (Linear) (m)	Diferença (Altimétrica) (m)
	X	Y		X	Y			
PV 1	779.861,844	7.905.386,769	839,31	779.861,829	7.905.386,768	839,30	0,015	0,01
PV 2	779.891,389	7.905.446,782	842,07	779.891,398	7.905.446,824	842,06	0,043	0,01
PV 3	779.834,031	7.905.475,171	843,36	779.834,039	7.905.475,207	843,35	0,037	0,01
PV 4	779.776,486	7.905.503,382	844,58	779.776,475	7.905.503,421	844,55	0,040	0,03
PV 5	779.719,092	7.905.531,401	845,49	779.719,064	7.905.531,471	845,47	0,076	0,02
PV 6	779.690,879	7.905.545,626	845,94	779.690,808	7.905.545,718	845,91	0,116	0,03
PV 7	779.660,737	7.905.485,633	842,34	779.660,688	7.905.485,689	842,33	0,074	0,01
PV 8	779.727,048	7.905.453,004	841,44	779.726,979	7.905.453,032	841,43	0,074	0,01
PV 9	779.795,315	7.905.419,274	840,49	779.795,271	7.905.419,273	840,49	0,043	0

Fonte: Autor (2022)

Os parâmetros estabelecidos pelo DMAE para a aprovação do projeto *as built*, em relação aos poços de visita das redes de esgoto sanitário, são as tolerâncias de 0,3 metros de diferença linear e de 0,1 metros de diferença das altitudes. Percebe-se que os pontos coletados pela estação total se enquadram nos limites permitidos, o que comprova a eficácia desse tipo de levantamento para a execução do “As Built”. Analisando as diferenças, nota-se que o PV 6 apresentou a maior diferença linear, enquanto o PV 1 a menor; já em relação às altitudes, os PVs 4 e 6 apresentaram a maior diferença, enquanto o PV 9 ela é inexistente.

Após a exportação do levantamento para o formato dwg, cujos pontos foram coletados com o receptor GNSS i50, com o intuito de minimizar a possibilidade de erro de locação adequou os pontos base AUX 8, cuja diferença linear foi de 0,05 metros. Já em relação à altitude, percebeu-se uma diferença de 11,00 metros em relação a base do DMAE, Destaca-se a importância do fator de conversão obtido pelo hgeoHNOR2020, entre as altitudes geométrica

e a ortométrica. Para a área de estudo obteve 10,86 metros com incerteza de 0,08 metros; assim somou-se às altitudes dos pontos do levantamento o valor de 10,94 metros (Fator + incerteza). Com isso, as coordenadas e as altitudes dos PVs foram comparadas com as dos pontos do DMAE, a qual é mostrada pelo Quadro 6.

Quadro 6 – Comparativo coordenadas e altitudes entre o GNSS e DMAE

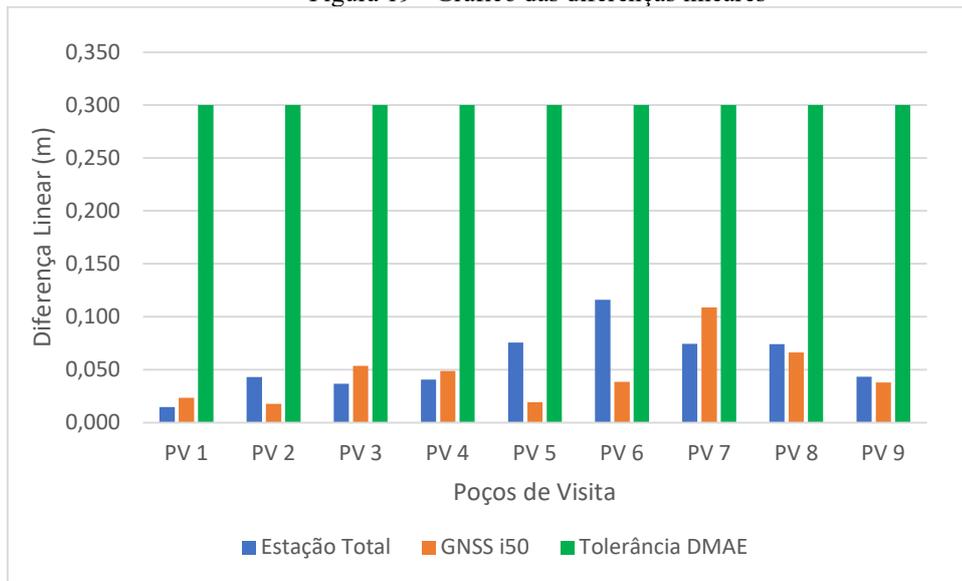
Pontos	Coordenadas (Levantamento GNSS)		Altitude (Levantamento GNSS)	Coordenadas (DMAE)		Altitude (DMAE)	Diferença (Linear) (m)	Diferença (Altimétrica) (m)
	X	Y		X	Y			
PV 1	779.861,849	7.905.386,755	839,24	779.861,829	7.905.386,768	839,3	0,023	-0,06
PV 2	779.891,400	7.905.446,841	841,99	779.891,398	7.905.446,824	842,06	0,018	-0,07
PV 3	779.834,075	7.905.475,246	843,31	779.834,039	7.905.475,207	843,35	0,054	-0,04
PV 4	779.776,522	7.905.503,434	844,52	779.776,475	7.905.503,421	844,55	0,049	-0,03
PV 5	779.719,080	7.905.531,482	845,4	779.719,064	7.905.531,471	845,47	0,019	-0,07
PV 6	779.690,845	7.905.545,730	845,84	779.690,808	7.905.545,718	845,91	0,038	-0,07
PV 7	779.660,730	7.905.485,589	842,30	779.660,688	7.905.485,689	842,33	0,109	-0,03
PV 8	779.727,025	7.905.452,984	841,39	779.726,979	7.905.453,032	841,43	0,066	-0,04
PV 9	779.795,292	7.905.419,242	840,43	779.795,271	7.905.419,273	840,49	0,038	-0,06

Fonte: Autor (2022)

Considerando os parâmetros exigidos pelo DMAE, percebe-se que os pontos coletados pelo receptor GNSS i50 se enquadram nos limites permitidos, o que comprova também a eficácia desse tipo de levantamento para a execução do “As Built”. Analisando as diferenças, nota-se que o PV 7 apresentou a maior diferença linear, enquanto o PV 2 a menor; já em relação às altitudes, os PVs 2, 5 e 6 apresentaram a maior diferença, enquanto os PVs 4 e 7 a menor.

Com as diferenças lineares e altimétricas definidas entre os levantamentos e as coordenadas do DMAE, além dos pontos considerados críticos determinados, expõem-se dois gráficos (Diferença Linear e Diferença Altimétrica) para melhor visualização e comparação entre os dois equipamentos usados (FIGURA 19 e 20).

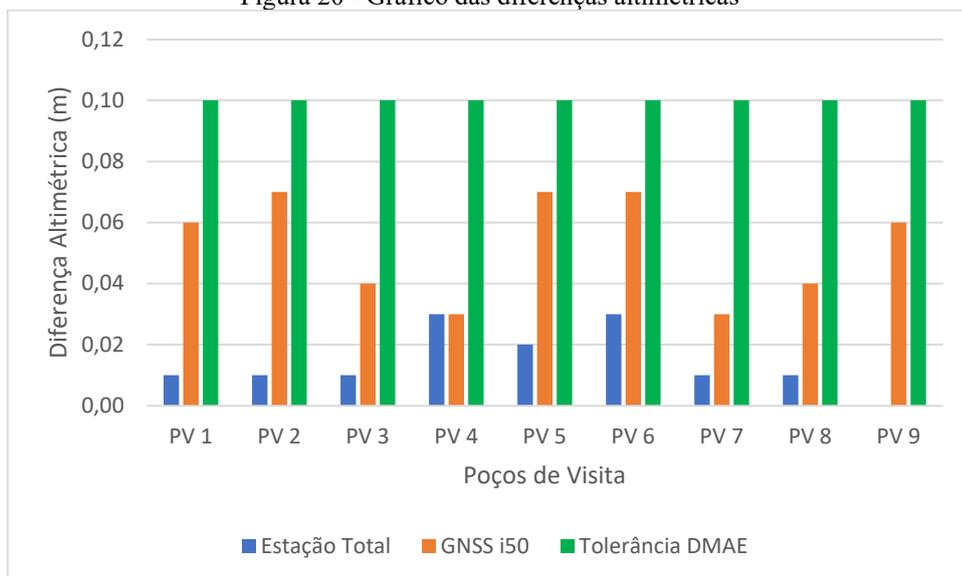
Figura 19 - Gráfico das diferenças lineares



Fonte: Autor (2022)

Pode-se observar na Figura 19 que as divergências de locação estão presente nos dois tipos de levantamento, o que não interfere muito na comparação pois os dois se enquadram nos limites do DMAE. Além disso, percebe-se que a maior diferença linear do receptor é próximo ao da estação total, e também, que não houve uma hegemonia, cujo um instrumento supera o outro em valor de divergência.

Figura 20 - Gráfico das diferenças altimétricas



Fonte: Autor (2022)

Já em relação às diferenças altimétricas, observou-se na Figura 20, que no levantamento com o GNSS, comparadas à estação total, apesar de estarem aceitáveis para o DMAE. Com

isso, sugere-se maior cautela no levantamento altimétrico com o uso da tecnologia de posicionamento de satélites, como a verificação das condições do ambiente.

## 7. CONCLUSÃO

O projeto *as built* de redes de esgoto sanitário, mostrou-se importante na forma de atualização do cadastro usado como base para futuros projetos e implantações de obras. O que evidencia isso, é a presença do órgão Departamento Municipal de Água e Esgoto na realização de conferências, com o intuito de manter um padrão de qualidade.

Com os levantamentos executados nesta pesquisa, foi possível realizar a comparação e a validação do uso da estação total e do receptor GNSS i50 para a obtenção das locações dos pontos de interesse de um projeto *as built*.

Com relação à precisão, os dois levantamentos são válidos para serem utilizados em um projeto *as built*, pois as diferenças lineares e altimétricas não ultrapassaram as tolerâncias estabelecidas pelo DMAE para a aprovação do mesmo.

Sobre o ambiente de trabalho, ele é favorável aos dois equipamentos, devido o local de realização do *as built* de redes de esgoto sanitário desta pesquisa ser um loteamento recém-construído, ou seja, não há interferências como árvores ou construções que podem tanto interferir nos sinais de internet e dos satélites, como também na obstrução das visadas com a estação total.

No quesito tempo de levantamento e quantidade de mão de obra, são onde os dois equipamentos se diferenciam. O processo com a estação total necessitou de 2 pessoas e é um pouco complexo devido à montagem em cada ponto que se faz uma estação ocupada, o que ocasiona um maior tempo de execução; diferente do processo com o receptor GNSS i50, o qual necessita de apenas 1 pessoa e cada coleta de ponto durou aproximadamente 15 segundos em um ambiente com condições favoráveis para esse tipo de receptor.

Portanto, sugere-se o uso de qualquer um dos dois equipamentos apresentados nesta pesquisa para a realização de um projeto *as built* de redes de esgoto sanitário. A vantagem do uso da estação total é a não necessidade de sinais de internet e de satélites e sua desvantagem é a quantidade de mão de obra e seu tempo de execução. Já a vantagem do uso do receptor GNSS i50 é a rapidez do processo de levantamento e sua desvantagem é a dependência de uma área com rede de internet e com boa recepção dos sinais de satélites.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, Daniele Barroca Marra. **GNSS: status, modelagem atmosférica e métodos de posicionamento.** [S. l.: s. n.], 2013. Disponível em: <https://www.fct.unesp.br/Home/Pesquisa/GEGE/1612-5037-1-pb.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2022.
- ARANA, José Milton. **O uso do GPS na determinação de altitudes ortométricas.** [S. l.], 2004. Disponível em: <http://www2.fct.unesp.br/docentes/cart0/arana/cobrac2004.pdf>. Acesso em: 20 out. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9648: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário.** Rio de Janeiro - RJ, 1986. 5 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9649: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário.** Rio de Janeiro - RJ, 1986. 7 p.
- AUTODESK. **AutoCAD: software CAD 2D e 3D usado por milhões para desenhar, projetar e automatizar projetos em qualquer lugar, a qualquer momento.** [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/products/autocad/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>. Acesso em: 26 out. 2022.
- BORGES, A. C. **Topografia.** São Paulo: Blucher, 1977.
- CPE TECNOLOGIA. **Coletora HCE320.** [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.cpetecnologia.com.br/produto/694/coletora-hce320>. Acesso em: 26 out. 2022.
- CPE TECNOLOGIA. **LandStar 7: SOFTWARE DE TOPOGRAFIA E MAPEAMENTO.** [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.cpetecnologia.com.br/uploads/e00e4691-b600-4546-8173-adafa26399b6.pdf>. Acesso em: 26 out. 2022
- CPE TECNOLOGIA. **I50: GNSS RTK.** [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.cpetecnologia.com.br/uploads/2e3ffdab-3b77-4aa0-bed6-93185388f53f.pdf>. Acesso em: 26 out. 2022.
- DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO. **AS BUILT.** [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.uberlandia.mg.gov.br/prefeitura/orgaos-municipais/dmae/servicos-dmae/planejamento-e-projetos/as-built/>. Acesso em: 8 nov. 2022.
- FILHO, Reynaldo Furtado Faria. **Apostila de ECV310 - Fundamentos de cartografia, topografia e estradas.** [S. l.], 2011. Disponível em: [https://www.academia.edu/29075743/APOSTILA\\_DE\\_ECV310\\_FUNDAMENTOS\\_DE\\_CARTOGRAFIA\\_TOPOGRAFIA\\_E ESTRADAS](https://www.academia.edu/29075743/APOSTILA_DE_ECV310_FUNDAMENTOS_DE_CARTOGRAFIA_TOPOGRAFIA_E ESTRADAS). Acesso em: 20 out. 2022.
- HORIZON INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS (org.). **Estação Total TKS 202 Gowin.** [S. l.], 2021. Disponível em: <https://horizonltda.com.br/loja/estacao-total-gowin-tks-202/>. Acesso em: 5 nov. 2022.
- IBGE. **Modelo para conversão de altitudes geométricas (dadas pelos GNSS) em altitudes físicas (compatíveis com o Datum Vertical do SGB).** [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/modelos-digitais-de-superficie/modelos-digitais-de->

superficie/31283-hgeohnor2020-modeloconversaoaltitudesgeometricasgnss-datumverticalsgb.html?=&t=processar-os-dados. Acesso em: 26 out. 2022.

INCRA (Brasília). **Manual técnico de posicionamento: Georreferenciamento de imóveis rurais**. Brasília: [s. n.], 2013. Disponível em: file:///C:/Users/H%C3%A9lio/Downloads/manual\_tecnico\_de\_posicionamento\_1\_edicao.pdf. Acesso em: 28 jun. 2022.

JÚNIOR, José Machado Coelho et al. **Topografia geral**. Recife: [s. n.], 2014. Disponível em: [https://repository.ufrpe.br/bitstream/123456789/2418/1/livro\\_topografiaGeral.pdf](https://repository.ufrpe.br/bitstream/123456789/2418/1/livro_topografiaGeral.pdf). Acesso em: 28 jun. 2022.

LIMA, Marco Aurélio de Almeida. **RBMC em tempo real, via NTRIP, e seus benefícios nos levantamentos RTK e DGPS**. [S. l.: s. n.], 2008. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/S-Costa-6/publication/228614290\\_RBMC\\_em\\_tempo\\_real\\_via\\_NTRIP\\_e\\_seus\\_beneficios\\_nos\\_levantamentos\\_RTK\\_e\\_DGPS/links/552658e60cf24b822b408178/RBMC-em-tempo-real-via-NTRIP-e-seus-beneficios-nos-levantamentos-RTK-e-DGPS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/S-Costa-6/publication/228614290_RBMC_em_tempo_real_via_NTRIP_e_seus_beneficios_nos_levantamentos_RTK_e_DGPS/links/552658e60cf24b822b408178/RBMC-em-tempo-real-via-NTRIP-e-seus-beneficios-nos-levantamentos-RTK-e-DGPS.pdf). Acesso em: 29 jun. 2022.

MENEGHETTI, Leila. **Exatidão dos desníveis obtidos com estação total**. [S. l.: s. n.], [2022]. Disponível em: <http://bt.fatecsp.br/system/articles/947/original/artigo%20revisado3.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2022.

MUNDOGEO (org.). **Conheça o sistema topoGRAPH**. [S. l.], 2010. Disponível em: <https://mundogeo.com/2006/02/03/conheca-o-sistema-topograph/>. Acesso em: 27 out. 2022  
OLIVEIRA, Angelo. **Topografia II: 6 - Nivelamentos Trigonométrico**. [S. l.], 2016. Disponível em: [https://intranet.ifs.ifsuldeminas.edu.br/angelo.oliveira/Topografia-II/Aulas/Aula06\\_Niv\\_Trig\\_13abr2016\\_11h34min.pdf](https://intranet.ifs.ifsuldeminas.edu.br/angelo.oliveira/Topografia-II/Aulas/Aula06_Niv_Trig_13abr2016_11h34min.pdf). Acesso em: 20 out. 2022.

SEGANTINE, Paulo Cesar Lima *et al.* **Geomática: Sua importância e o seu contexto como ciência e suas contribuições tecnológicas**. [S. l.: s. n.], [2022]. Disponível em: [https://www.creasp.org.br/arquivos/revista/revista1\\_artigo7\\_-\\_Geomatica.pdf](https://www.creasp.org.br/arquivos/revista/revista1_artigo7_-_Geomatica.pdf). Acesso em: 29 jun. 2022.

SOARES, Eduardo del Sent. **Levantamento de redes de infraestrutura com uso de técnica remota e topografia**. 2014. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Cartográfica) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [S. l.], 2014. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/115700/000965110.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 7 nov. 2022.

TECHTUDO. **COMPARE TECHTUDO: Notebook - Samsung Np370e4k-kd3 I3-5005u 2.00ghz 4gb 1tb Padrão Intel Hd Graphics Windows 8 Ativ Book 3 14" Polegadas**. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://compare.techtudo.com.br/produto/notebook-samsung-np370e4k-kd3-i3-5005u-2-00ghz-4gb-1tb-padrao-intel-hd-graphics-windows-8-ativ-book-3-14-polegadas-390648>. Acesso em: 26 out. 2022.

TEOMAC. **Equipamentos para agrimensura e geodésia**. [S. l.], 2017. Disponível em: <https://www.teomac.com.br/wpcproduct/estacao-total-marca-topcon-modelo-gpt3207n/>. Acesso em: 28 jun. 2022.

TSUTIYA, M. T., & SOBRINHO, P. A. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000.

UZEDA, Olívio Gondi. 1963. **Topografia**. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico S. A.

VEIGA, Luis Augusto Koenig et al. **Fundamentos de topografia**. [S. l.: s. n.], 2012. Disponível em: [http://www.cartografica.ufpr.br/docs/topo2/apos\\_topo.pdf](http://www.cartografica.ufpr.br/docs/topo2/apos_topo.pdf). Acesso em: 26 jun. 2022.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento dos esgotos Vol.1**. Belo Horizonte, UFMG, 1995