

UNIVERSIDADE CESUMAR - UNICESUMAR
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS TECNOLÓGICAS E AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**ANÁLISE DE ERROS TOPOGRÁFICOS: ESTUDO DE CASO EM TERRENOS
COM IRREGULARIDADES**

MILENA MARTINS MARIN

MARINGÁ – PR

2022

Milena Martins Marin

**ANÁLISE DE ERROS TOPOGRÁFICOS: ESTUDO DE CASO EM TERRENOS
COM IRREGULARIDADES**

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Cesumar – UNICESUMAR como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob a orientação do Prof. Dr. Fernando Pereira Calderaro.

MARINGÁ – PR

2022

FOLHA DE APROVAÇÃO
MILENA MARTINS MARIN

ANÁLISE DE ERROS TOPOGRÁFICOS: ESTUDO DE CASO EM TERRENOS
COM IRREGULARIDADES

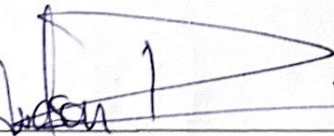
Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Cesumar – UNICESUMAR como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharela em Engenharia Civil, sob a orientação do Prof. Dr. Fernando Pereira Calderaro.

Aprovado em: 17 de 11 de 2022

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Fernando Pereira Calderaro - UNICESUMAR



Prof. Me. Judson Ricardo Ribeiro da Silva - UNICESUMAR



Prof. Me. Claudio de Souza Rodrigues - UNICESUMAR

ANÁLISE DE ERROS TOPOGRÁFICOS: ESTUDO DE CASO EM TERRENOS COM IRREGULARIDADES

Milena Martins Marin.

RESUMO

O levantamento topográfico é a peça chave para a construção civil, sendo utilizado desde o início da obra, para locação de terreno e indicar fatores essenciais sobre o lote como a declividade e imperfeições por exemplo. Por ser significativo, o levantamento é de extrema importância para dar seguimento à obra, influenciando nos custos, fundação, corte e aterro, entre outros fatores, ou seja, é de grande influência no orçamento e contratação de mão de obra especializada para cada tipo de serviço, dependendo dos resultados alcançados no levantamento. Por ser uma atribuição considerável, é necessário ser realizado por profissionais capacitados e seguir as normas estabelecidas, como a NBR 13133, que regulamenta condições para diferentes finalidades para o levantamento topográfico. O presente trabalho busca identificar as falhas no levantamento topográfico e demonstrar maneiras de solucioná-las, utilizando técnicas e seguindo normas. Após estudos e investigações, o presente artigo consiste em apontar os erros relacionados a mensurações, utilizando o equipamento GNSS L1/L2 pós processado, a partir de duas estações para aferição da acurácia e diferença de área determinada no levantamento planialtimétrico e área indicada na matrícula do lote. Tais erros foram provocados devido às variações de POD (diluição de precisão), originadas da densidade de vegetação no terreno. A diferença de valor identificada foi de 1,11% do lote retificado para a área apresentada na matrícula. O método utilizado para solucionar tal problema foi a utilização do Programa Trimble Survey Office Mobile.

Palavras-chave: Construção civil. Levantamento Topográfico. NBR 13133.

ANALYSIS OF TOPOGRAPHIC ERRORS: CASE STUDY ON LAND WITH IRREGULARITIES

ABSTRACT

The topographic survey is the key piece for civil construction, used since the beginning of the construction, for leasing land and indicating essential factors about the lot such as slope and imperfections for example. Because it is significant, the survey is extremely important to proceed with the construction, influencing costs, foundation, cutting and filling, among other factors, for that reason, it has a great influence on the budget and hiring specialized labor for each type of service, depending on the results achieved in the survey. As it is a considerable assignment, it must be carried out by trained professionals and follow established standards, such as NBR 13133, which regulates conditions for different purposes for the topographic survey. This paper seeks to identify the flaws in the topographic survey and demonstrate ways to solve them, using techniques and following standards. After studies and investigations, the present article consists of evidencing the errors related to measurements, using the GNSS L1/L2 post-processed equipment, from two stations to measure the accuracy and difference of the area

determined in the planialtimetric survey and the area indicated in the registration of the batch. These errors were caused due to POD (precision dilution) variations, originated from the vegetation density on the terrain. The difference in value identified was 1.11% of the rectified lot for the area shown in the registration. The method used to solve the problem was the use of the Trimble Survey Office Mobile Program.

Keywords: Construction. Topographic Survey. NBR 13133.

1 INTRODUÇÃO

A importância da topografia começa desde o início da civilização, com a necessidade de conhecer o meio em que se vive, orientar-se e até mesmo delimitar terras, mesmo que de maneira simbólica, visto que não haviam ferramentas adequadas na época.

E vem expandindo ao longo do tempo, com o aumento da tecnologia e avanço de técnicas, as quais vêm sendo muito útil para a engenharia civil, pois necessita de dados cada vez mais precisos para acompanhar a evolução das obras cada vez mais complexas e que exigem um grau de modernização cada vez maior.

Borges diz que a topografia é a ciência aplicada cujo objetivo é representar, no papel, a configuração de uma porção de terreno com as benfeitorias que estão em sua superfície. Ela permite a representação, em planta, dos limites de uma propriedade, dos detalhes que estão em seu interior (cercas, construções, campos cultivados e benfeitorias em geral, córregos, vales, espigões etc.) (BORGES, 1992, p. 1).

De certa forma, um dos objetivos que pode ser citado é a demarcação de limite de propriedade, que vem sendo muito útil por conta da maior precisão com os equipamentos cada vez mais modernos e capazes de determinar área, perímetro, diferença de altitude entre pontos, posição em coordenadas com mais exatidão, entre outros.

O presente estudo teve como objetivo gerar informações que possam contribuir para o aprimoramento de técnicas de levantamento, com intuito de moderar erros planimétricos, altimétricos e planialtimétricos; explorar itens de forma a levantar assuntos relevantes, que possam contribuir na análise de parcelamentos e remembramentos de terrenos.

A pesquisa consiste em fazer análises que possam agregar na forma de correção de processos, como retificação, subdivisão, unificação ou loteamentos. Fazer relações utilizando o programa Civil 3D, da Autodesk, para estabelecer análises planimétricas dos lotes.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Topografia

As operações topográficas podem ser divididas em três vertentes: altimetria, que é a relação entre nível de pontos levantados, ou seja, associa a diferença entre altitudes do conjunto de pontos, em um plano cartesiano, é representado pela letra Z; a planimetria, que não leva em

consideração os níveis e sim medidas horizontais e é representado no plano cartesiano pelas letras X e Y; e a planialtimetria, que consiste na representação tridimensional, unindo direções verticais e horizontais e são representadas pelas letras X, Y e Z no plano cartesiano.

Algumas aplicações da topografia são obras como rodovias, pontes, mapeamentos, medições e construção civil. Tendo em vista a grande variedade de funções e o aumento de demanda no mercado de trabalho na construção civil, a topografia possui grandes vantagens com a sua utilização, desde maior rapidez de locação de obras até na segurança e na qualidade de serviço fornecido, dada a melhor precisão dos equipamentos, comparado com os métodos tradicionais vistos em canteiro de obras mais comuns.

2.2 Instrumentos e equipamentos

O conceito é linear e angular, na qual utiliza equipamentos diversos como teodolito, estação total, nível óptico e GPS, para representar em escala adequada a área determinada. Segundo 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”.

Dá-se o nome de instrumento topográfico aos instrumentos e acessórios usados em campo para efetuar um levantamento topográfico. Eles variam, desde simples aparelhos de medição a instrumentos sofisticados de alta tecnologia. Conhecer as especificidades de cada um deles é, portanto, fundamental para que o engenheiro tenha subsídios para escolher o instrumento adequado para atender às necessidades impostas por um projeto de engenharia (SEGANTINE, 2015). Dentre os equipamentos utilizados em um levantamento topográfico, podem ser citados: nível de olha, base nivelante, teodolito e estação total.

2.2.1 Nível de bolha

Ele é composto de um suporte metálico, que envolve um bulbo cilíndrico de vidro ou cristal, hermeticamente fechado, no interior do qual se encontra uma mistura de álcool com éter. Junto a essa mistura é deixado um espaço vazio, que por ebulição do líquido forma uma bolha de vapor, a qual, em razão da gravidade, se aloja sempre na parte mais elevada do recipiente de vidro (SEGANTINE, 2015).

2.2.2 Base nivelante

A base nivelante é a parte inferior do teodolito ou da estação total, por intermédio da qual o instrumento é acoplado ao tripé e a partir da qual ele é centrado e nivelado sobre o ponto de estação no terreno (SEGANTINE, 2015).

2.2.3 Teodolito e estação total

O teodolito eletrônico e a estação total são os instrumentos topográficos mais conhecidos e os mais usados na Geomática. A composição física de ambos é a mesma, sendo que a diferença entre eles é que a estação total possui todas as características de um teodolito eletrônico, com a vantagem de também medir distâncias eletronicamente (SEGANTINE, 2015).

2.3 Conceitos utilizados na topografia

Em um levantamento, é possível especificar as condições do terreno para que seja possível representar em um projeto, sendo necessário colher o máximo de informações possíveis, para reduzir, ou até mesmo não existirem, erros. De acordo com a NBR 13133 (1994) - Execução de levantamento topográfico, rede de referência cadastral é:

Rede de apoio básico de âmbito municipal para todos os levantamentos que se destinem a projetos, cadastros ou implantação de obras, sendo constituída por pontos de coordenadas planialtimétricas materializados no terreno, referenciados a uma única origem (Sistema Geodésico Brasileiro - SGB) e a um mesmo sistema de representação cartográfica, permitindo a amarração e conseqüente incorporação de todos os trabalhos de topografia num mapeamento de referência cadastral.

Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) é definido pela NBR 13133 (1994) como:

Conjunto de pontos geodésicos descritores da superfície física da Terra, implantados e materializados na porção da superfície terrestre delimitada pelas fronteiras do país, com vistas às finalidades de sua utilização, que vão desde o atendimento a projetos internacionais de cunho científico, passando pelas amarrações e controles de trabalhos geodésicos e cartográficos, até o apoio aos levantamentos no horizonte topográfico, onde prevalecem os critérios de exatidão sobre as simplificações para a figura da Terra.

2.4 Precisão gráfica

As projeções cartográficas transformam a projeção da Terra (com formato de geóide) em projeções planas, gerando deformações, as quais podem ser corrigidas de acordo com qual

tipo de projeção é escolhida, para um determinado tipo de coordenadas. Segundo Segantine (2015):

É importante salientar que o geóide é a superfície de nível fundamental sobre a qual estão referenciadas as altitudes dos objetos ou dos pontos geodésicos e topográficos usados nos projetos de engenharia. Por esta razão, recomenda-se que o engenheiro dispense atenção especial a esse tópico, em função de sua relevância para a engenharia.

A Projeção UTM é a projeção conforme de Gauss-Krüger modificada. Considera-se que ela tenha sido utilizada em grande escala durante a segunda guerra mundial e aprimorada pelo Serviço de Cartografia do Exército Americano (US Army Map Service – AMS), após a guerra. Sua principal vantagem é que ela permite representar grandes áreas da superfície terrestre, sobre um plano, com poucas deformações e com apenas um grupo de equações para realizar as transformações necessárias entre diferentes sistemas de coordenadas. Ela é representada sobre um sistema de coordenadas retangulares plano e, por isso, bastante útil para as aplicações na engenharia (SEGANTINE, 2015).

Divisão do globo terrestre em 60 fusos, de 6° cada, obtidos pela rotação do cilindro no plano do Equador. Os fusos são numerados de 1 a 60, a partir do antimeridiano de Greenwich, com o primeiro fuso compreendido entre as longitudes 180° W e 174° W. Os cálculos e fórmulas matemáticas são idênticos para todos os fusos e os resultados, válidos para toda a Terra (NUCCI; MOREIRA; LOPES, 2011, p. 125).

Sendo a projeção mais utilizada, UTM é a projeção cilíndrica transversal secante de Mercator, na qual a Terra é representada como elipsoide. Tem características de não deformar os ângulos, deformar distâncias, a Terra é dividida em 60 fusos, as coordenadas são representadas por Norte e Leste, juntamente informando o número do fuso ou longitude do meridiano central, qual hemisfério se localiza (norte ou sul), além de especificar o Datum.

De acordo com a NBR 13133 (1994), algumas características do Sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) são:

- a) projeção conforme, cilíndrica e transversa;
- b) decomposição em sistemas parciais, correspondentes aos fusos de 6° de amplitude, limitados pelos meridianos múltiplos desse valor, havendo, assim, coincidência com os fusos da Carta Internacional ao Milionésimo (escala 1:1 000 000);
- c) para o Brasil, foi adotado o Elipsóide Internacional de 1967, cujos parâmetros são: a (semi-eixo maior do elipsóide) = 6 378 160 000 m; f (achatamento do elipsóide) = 1/298,25;
- d) coeficiente de redução de escala $k_0 = 0,9996$ no meridiano central de cada fuso (sistema parcial);

e) origem das coordenadas planas, em cada sistema parcial, no cruzamento do equador com o meridiano central;

f) as coordenadas planas, abscissa e ordenada são acrescidas, respectivamente, as constantes 10 000 000 m no Hemisfério Sul e 500 000 m para leste;

g) para indicações dessas coordenadas planas, são acrescentadas a letra N e a letra E ao valor numérico, sem sinal, significando, respectivamente, para norte e para leste;

h) numeração dos fusos, que segue o critério adotado pela Carta Internacional ao Milionésimo, ou seja, de 1 a 60, a contar do antimeridiano de Greenwich, para leste.

De acordo com IBGE (2015), a partir de 24/02/2015 é de exclusivo uso do SIRGAS 2000 no Brasil, na qual é especificado também as referidas transformações dos dados base anteriormente em vigor.

2.5 Erros nas medidas gráficas e fonte de erros

Ainda é muito comum o uso da experiência e uso de métodos não precisos para realizar serviços em obras, mas isso vem sendo corrigido por meio do uso da ABNT NBR 13133 (1994), que define Levantamento Topográfico como:

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.

A NBR, em questão, determina, por exemplo, os tipos de desvio-padrão, classes de precisão, correto manuseio de alguns equipamentos, tolerâncias e erro médio. Dessa forma, é possível determinar, em um levantamento, a margem de erro permissível ao não fechar um polígono, que é uma falha frequente.

Segundo Erba et al. (2009), “são várias as fontes de erros sistemáticos que podem afetar os instrumentos MED, incluindo aqueles causados pelo operador do instrumento, a atmosfera e o instrumento mal ajustado”.

Em teodolitos, acontece alguns erros inevitáveis, não quando os equipamentos estão novos e calibrados e tem garantia pelo fabricante, mas com o uso e com o tempo pode acontecer erros de ajustamento, ou seja, os equipamentos e aparelhos devem ser periodicamente monitorados e, quando erros são detectados, devem ser corrigidos. Esses erros podem ser

classificados em erros de eixo e erros de excentricidade do círculo. De acordo com Segantine (2015), “os erros instrumentais são determinados e zerados durante o processo de fabricação. Mesmo assim, eles podem sofrer variações devido a choques, alterações de temperaturas e outros”. Ou seja, o erro propriamente se elimina mediante a uma correta calibração.

Os erros grosseiros, também chamados de faltas, podem ser causados por desatenção do observador ou por mau funcionamento do instrumento de medição. A troca acidental de dígitos durante a leitura e/ou anotação de uma medida é um grande exemplo desse tipo de ocorrência (ERBA et al., 2009).

Os erros sistemáticos são geralmente causados por falta de calibração do instrumento, pela não utilização ou utilização inadequada dos modelos matemáticos que descrevem as condições físicas sob as quais as observações são realizadas ou ainda devido a alguma falha sistemática do observador (por exemplo, o observador pode ter tendência a fazer leituras angulares com o valor da medida adicionado de alguns segundos ou vice-versa). Devido a sua natureza, os erros sistemáticos tendem a se acumular com o aumento do número de observações (ERBA et al., 2009).

Como o próprio nome diz, os erros acidentais ocorrem de maneira aleatória, de forma que é impossível vinculá-los a uma causa específica, impossibilitando a eliminação ou determinação de seus efeitos (ERBA et al., 2009).

Ou seja, em levantamentos topográficos, possivelmente ocorrerão erros de medida, podendo ser sistemáticos (são gerados devido ao equipamento e precisão de tal, dificuldades na medição) e/ou erros experimentais (decorrentes de falha humana, podem ser evitados, causados por erros no próprio levantamento).

De acordo com Segantine (2015), o Sistema de Posicionamento Global por Satélites (Global Navigation Satellite System – GNSS) possibilita ao usuário determinar sua posição tridimensional em qualquer lugar da terra ou em suas proximidades, em relação a um sistema de coordenadas predefinido. Atualmente, ele é integrado por três sistemas individuais: o norte-americano NAVSTAR/GPS (Navigation System with Timing and Ranging/Global Positioning System), o russo GLONASS (Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya System) e o europeu GALILEO. Entre os equipamentos de levantamento topográfico, pode ser citado o GPS como sistema capaz de conectar à satélites, para captar a longitude e latitude de um determinado ponto. A partir de dois pontos intervisíveis interpolados com os respectivos dados, é possível gerar o rumo informando o norte-sul verdadeiro.

2.6 Erros de fechamento

De acordo com Faggion et al. (2012), poligonal fechada é parte de um ponto com coordenadas conhecidas e retorna ao mesmo ponto. Sua principal vantagem é permitir a verificação de erro de fechamento angular e linear. Já para Erba et al. (2009), são geométrica e matematicamente fechadas e por isso permitem a verificação das medidas de ângulos e distâncias efetuadas, mesmo que implantadas isoladamente, isto é, sem qualquer ligação com pontos de coordenadas conhecidas.

2.6.1 Erros Angulares (ϵ_a)

As poligonais fechadas e apoiadas permitem a verificação das medidas angulares uma vez que as condições de fechamento angular para essas poligonais são conhecidas, na prática as condições acima quase sempre não são atendidas existindo uma pequena diferença chamada de erro de fechamento angular ocasionado pelo acúmulo de erros aleatórios nas medidas angulares a tolerância para o erro varia de acordo com as precisões requeridas em cada levantamento e são regulamentadas pela NBR 13133 (ERBA et al., 2009).

Assim como no caso das medidas angulares as condições acima quase sempre não serão atendidas por pequenas diferenças gerando um erro nas direções Leste Oeste e um erro na direção Norte e Sul a tolerância para o erro varia de acordo com as precisões reduzidas para cada levantamento e são regulamentadas pela NBR 13133 (ERBA et al., 2009).

2.6.2 Erros Lineares (ϵ_l)

Veiga, Zanetti, Faggion (2012) afirmam que “a partir do ponto de partida (OPP), calculam-se as coordenadas dos demais pontos até retornar ao ponto de partida. A diferença entre as coordenadas calculadas e as fornecidas para este ponto resultará no chamado erro planimétrico ou erro linear cometido”.

Quando realizamos um levantamento e usamos como base uma poligonal fechada, saímos de um determinado ponto e retornamos ao mesmo (ponto de saída), com isso, se fizermos uma somatória nas coordenadas parciais tanto x como y, o resultado será 0 (zero), mas se isso não ocorrer, temos então um erro linear, que deve ser corrigido (NUCCI; MOREIRA; LOPES, 2011, p. 58).

2.7 GNSS e tipos de posicionamentos

De acordo com INCRA (2022), a sigla GNSS (Global Navigation Satellite System) é uma denominação genérica, que contempla sistemas de navegação com cobertura global, além

de uma série de infraestruturas espaciais (SBAS – Satellite Based Augmentation System) e terrestre (GBAS – Ground Based Augmentation System), que, associadas aos sistemas, proporcionam maior precisão e confiabilidade.

De acordo com INCRA (2022):

No posicionamento relativo estático, tanto o(s) receptor(es) do(s) vértice(s) de referência quanto o(s) receptor(es) do(s) vértice(s) de interesse devem permanecer estacionados (estáticos) durante todo o levantamento. Neste método, a sessão de rastreamento se estende por um longo período.

Ou seja, alguns tipos de posicionamento por GNSS, citados pelo INCRA (2022), são o posicionamento relativo, na qual a partir de coordenadas conhecidas são determinadas coordenadas do vértice, posicionamento relativo estático, em que ambos os vértices estão estacionados, posicionamento relativo estático rápido, apresentando duração mínima de 20 minutos para sessão de rastreamento, entre outros. Tais posicionamentos ligam-se diretamente com a precisão do georreferenciamento de imóveis rurais (INCRA, 2022), podendo ser observado na Tabela 1:

Tabela 1 – Características técnicas para posicionamento relativo estático

| Linha de Base (km) | Tempo Mínimo (minutos) | Observáveis | Solução da Ambiguidade | Efemérides |
|--------------------|------------------------|-------------|------------------------|--------------------------|
| 0 - 10 | 20 | L1 ou L1/L2 | Fixa | Transmitidas ou Precisas |
| 10 - 20 | 30 | L1/L2 | Fixa | Transmitidas ou Precisas |
| 10 - 20 | 60 | L1 | Fixa | Transmitidas ou Precisas |
| 20 - 10 | 120 | L1/L2 | Fixa ou Flutuante | Transmitidas ou Precisas |
| 100 - 500 | 240 | L1/L2 | Fixa ou Flutuante | Precisas |
| 500 - 1000 | 480 | L1/L2 | Fixa ou Flutuante | Precisas |

Fonte: Manual Técnico para o Georreferenciamento de Imóveis Rurais – INCRA (2022).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presente pesquisa de estudo é de natureza aplicada e os dados serão analisados utilizando a abordagem quali-quantitativa. A pesquisa será feita por estudo de caso, de finalidade exploratórias e descritiva, expondo por meio de pesquisa bibliográfica.

Tal tema foi escolhido pelo fato de a topografia ter ligação direta com a engenharia civil, o qual fornece dados essenciais para as atividades desenvolvidas por essa profissão. Os erros topográficos sem dúvida são um grande problema, pois geram falhas e imprecisões graves, que acarretam obstáculos durante o trabalho, podendo ser irreversíveis tais erros estimulam a aparição de novas irregularidades.

3.1 Descrição do terreno

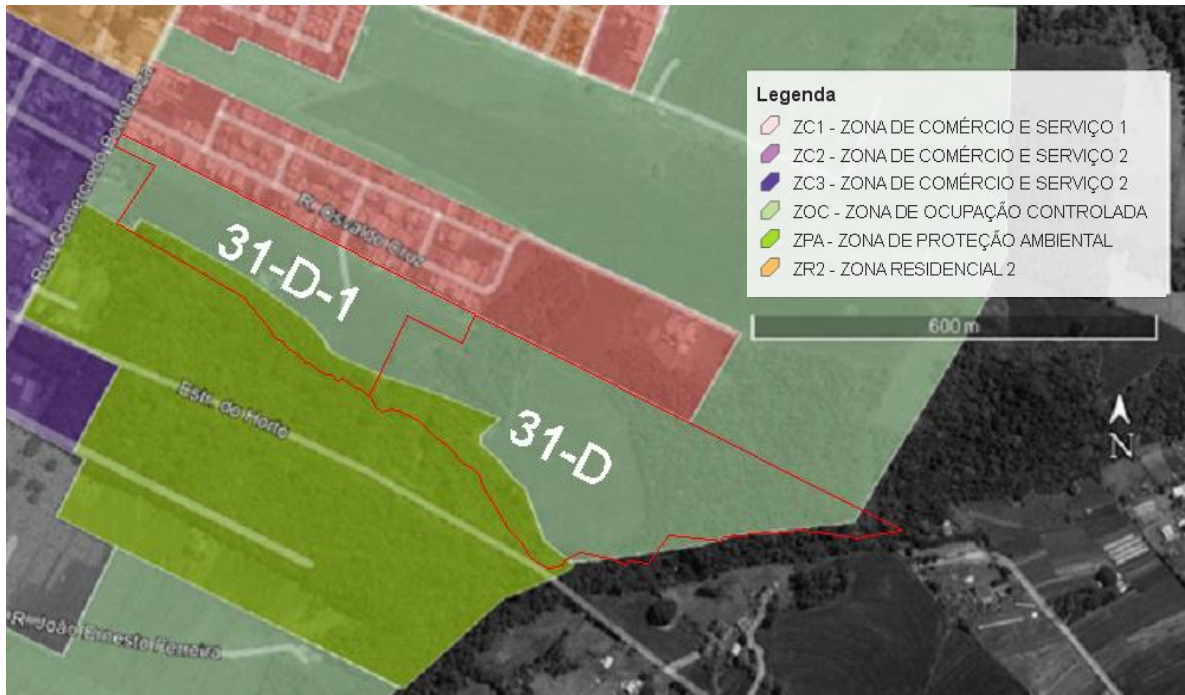
O levantamento topográfico foi realizado em uma propriedade urbana, no município de Mandaguari (PR), de acordo com a figura 1, na qual o terreno encontra-se em ZOC (Zona de Ocupação Controlada), de acordo com a Lei Complementar N.º 3.662/2021, de Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo do município, conforme a figura 2.

Figura 1 – Área de estudo do levantamento



Fonte: acervo da autora, 2022.

Figura 2 – Zoneamento de uso e ocupação do solo



Fonte: Google Earth – Zoneamento de Mandaguari (2021).

O terreno apresenta áreas planas e relevos íngremes, em que as áreas com maiores declives são próximas à mata ciliar, o terreno apresenta partes em céu aberto e partes com mata fechada. A Área de Preservação Protegida (APP), localizada no fundo do lote, apresenta arborização diversificada, com média de 20 m de altura, compõe uma vegetação densa e locais de difícil acesso para levantamento dos pontos próximos ao curso da água.

3.2 Métodos utilizados

O levantamento foi realizado conforme o Anexo I do Manual Técnico para Georreferenciamento de Imóveis Rurais, de acordo com o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA (2022), utilizando o Quadro 1, na página 31, referente às características técnicas para o posicionamento relativo estático, para identificação das técnicas a serem utilizadas.

Foi analisado o entorno do local para identificar o tipo de solução a ser utilizado, na área de ponto aberto, o equipamento, por estar trabalhando em L1/L2, mantém-se em Tipo de Solução FIXO, ou seja, a captação do ponto é instantânea. Já nos pontos a serem levantados em áreas fechadas, que apresentam maior acúmulo de árvores e maior presença desníveis, foram realizadas as captações dos pontos apenas pelo método “captação do ponto pós processado”,

sendo identificado no *software* que, no local, o ponto torna-se flutuante, sem tempo previsto de fixação. Dessa forma, na captação do ponto “bruto”, é realizado processo de pós processamento, para posteriormente resultar em ponto FIXO, tendo tempo de espera mínimo de 15 minutos.

Em todo levantamento, foi necessária a identificação do tipo de ponto apresentado no equipamento, sendo eles fixos ou flutuantes, seguindo as normas estabelecidas pelo INCRA (2022) e pela NBR 13133:2021 sobre execução de levantamento topográfico.

3.3 Levantamento topográfico

A partir do conhecimento das normas técnicas necessárias para um levantamento topográfico, foi definido anteprojeto dos possíveis pontos a serem levantados de acordo com a pré-análise do terreno para identificação de possíveis imprevistos, fundamental para detectar os possíveis pontos necessários, para maior tempo de fixação do ponto, reconhecimento dos principais vértices fundamentais para o levantamento do terreno, identificar as divisas e levantar os detalhes presentes no local.

A partir da análise do terreno, foram definidos quais equipamentos a serem utilizados e quais métodos vitais para o levantamento ser realizado de acordo com o INCRA (2022) e a NBR 13133:1994, visando qualidade, tecnologia e precisão dos pontos a serem levantados.

O levantamento foi realizado em um dia nublado, com muitas nuvens e possibilidade de chuva, durante levantamento. As atividades foram iniciadas às 9:00h, com o término do levantamento às 16:00h.

Para medição *in loco*, os dados foram levantados utilizando o equipamento GNSS L1/L2, com finalidade de obter os pontos e posteriormente utilizar o Excel, para gerar gráficos e comparar resultados obtidos. Foi utilizado o sistema de coordenadas UTM, com Datum sirgas 2000, zona 22, localizada no hemisfério sul. Durante o levantamento, os pontos obtidos foram devidamente nomeados, conforme observado na tabela 2, para facilitar futuramente a conversão e criação do projeto.

Tabela 2 – Arquivo .txt

| PONTO | NOME | COORD.NORTE | COORD. LESTE | ELEVAÇÃO | LONGITUDE | LATITUDE | RTK |
|-------|-------------|--------------|--------------|----------|-----------------|-----------------|----------|
| p01 | marco | 7398023.4595 | 432064.6859 | 731.5483 | -023.3135853144 | -051.3955809054 | RTKFixed |
| p02 | apagado | 7398023.5301 | 432061.7084 | 731.2343 | -023.3135850402 | -051.3955914042 | RTKFixed |
| p03 | mf1 | 7398023.441 | 432061.6482 | 731.2623 | -023.3135853288 | -051.3955916178 | RTKFixed |
| p04 | cont | 7398024.0472 | 432057.426 | 731.5373 | -023.3135832942 | -051.3956064972 | RTKFixed |
| p05 | cont | 7398046.008 | 432122.4907 | 725.5723 | -023.3135128668 | -051.3953766930 | RTKFixed |
| p06 | marco | 7397998.5126 | 432111.1762 | 725.6453 | -023.3136671328 | -051.3954173688 | RTKFixed |
| p07 | pq | 7397999.4477 | 432148.2149 | 718.7453 | -023.3136646500 | -051.3952867392 | RTKFixed |
| p08 | pq | 7397997.8181 | 432147.4861 | 718.5213 | -023.3136699378 | -051.3952893360 | RTKFixed |
| p09 | pq | 7397997.2252 | 432148.8039 | 718.5153 | -023.3136718854 | -051.3952846986 | RTKFixed |
| p10 | pq | 7397998.7558 | 432149.5076 | 718.3963 | -023.3136669192 | -051.3952821918 | RTKFixed |
| p11 | cont | 7397986.8359 | 432182.5925 | 715.4873 | -023.3137061760 | -051.3951657150 | RTKFixed |
| p12 | pq | 7397974.1017 | 432197.9744 | 712.8243 | -023.3137478142 | -051.3951116796 | RTKFixed |
| p13 | pq | 7397975.4753 | 432197.1471 | 713.3953 | -023.3137433352 | -051.3951145746 | RTKFixed |
| p14 | pv08 | 7397979.4923 | 432190.6607 | 714.0472 | -023.3137301760 | -051.3951373830 | RTKFloat |
| p15 | pv08 | 7397954.6105 | 432238.9974 | 707.9992 | -023.3138118090 | -051.3949673328 | RTKFixed |
| p16 | cont | 7397930.5542 | 432309.6965 | 705.5023 | -023.3138910930 | -051.3947184090 | RTKFixed |
| p17 | marcoflut | 7397893.6504 | 432284.0145 | 700.9942 | -023.3140107036 | -051.3948095766 | RTKFloat |
| p18 | pv03 | 7397827.2566 | 432406.5683 | 687.9813 | -023.3142284304 | -051.3943784766 | RTKFixed |
| p19 | cont | 7397795.9439 | 432483.3998 | 682.6613 | -023.3143313988 | -051.3941080416 | RTKFixed |
| p20 | galeria | 7397859.8789 | 432601.8169 | 687.7492 | -023.3141252802 | -051.3936894090 | RTKFixed |
| p21 | e03 | 7397880.1271 | 432605.6044 | 691.1403 | -023.3140594980 | -051.3936757242 | RTKFixed |
| p22 | pv114 | 7397880.5862 | 432604.0996 | 691.2533 | -023.3140579824 | -051.3936810234 | RTKFixed |
| p23 | muroultcasa | 7397882.8777 | 432602.792 | 692.8823 | -023.3140505118 | -051.3936855972 | RTKFixed |
| p24 | cont | 7397907.2403 | 432624.0293 | 695.3823 | -023.3139716118 | -051.3936103098 | RTKFixed |
| p25 | cont | 7397706.7829 | 432636.8517 | 667.7413 | -023.3146236120 | -051.3935683428 | RTKFixed |
| p26 | apagar | 7397561.5807 | 432714.2131 | 652.8343 | -023.3150969082 | -051.3932978796 | RTKFixed |
| p27 | cont | 7397561.5532 | 432714.2107 | 652.8383 | -023.3150969976 | -051.3932978886 | RTKFixed |
| p28 | cont | 7397591.2785 | 432836.9972 | 656.6783 | -023.3150021748 | -051.3928643970 | RTKFixed |
| p29 | s | 7397688.5357 | 432824.2325 | 668.6853 | -023.3146857426 | -051.3929078394 | RTKFixed |
| p30 | s | 7397750.5341 | 432790.8723 | 679.5083 | -023.3144836506 | -051.3930244812 | RTKFixed |
| p31 | cont | 7397789.1875 | 432769.1239 | 687.8813 | -023.3143576404 | -051.3931005510 | RTKFixed |
| p32 | cont | 7398100.7316 | 432231.7009 | 730.9833 | -023.3133365712 | -051.3949906800 | RTKFixed |
| p33 | cont | 7398003.6036 | 432428.7197 | 715.5993 | -023.3136553518 | -051.3942974922 | RTKFixed |

Fonte: acervo da autora, 2022.

As coordenadas obtidas com GPS foram processadas utilizando o Programa Trimble Survey Office Mobile (programa disponibilizado pelo fabricante do equipamento), que são inseridas no *software* para gerar os dados e posteriormente transformá-los em coordenadas georeferenciadas, foram levantados 33 pontos usando GPS. Ou seja, com os pontos já obtidos, as coordenadas foram convertidas para o bloco de notas (.txt) e, em seguida, importadas para o Civil 3D.

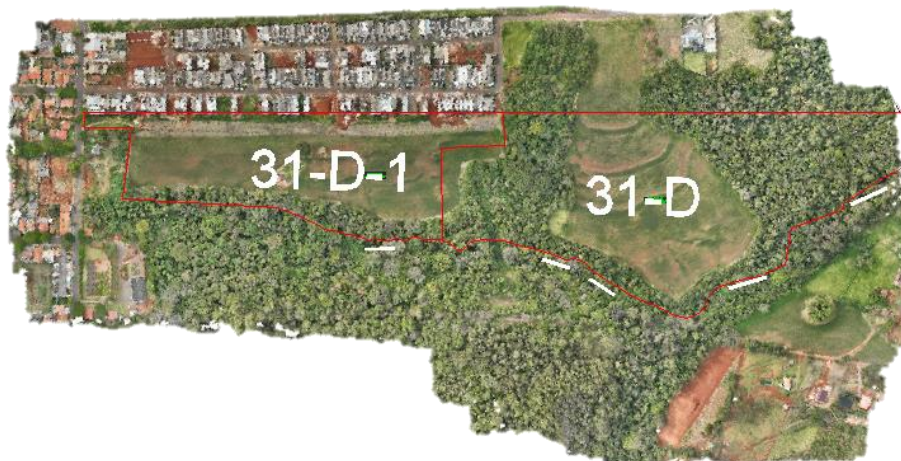
Foram identificados, no terreno, marcos geodésicos SGB (pontos base para o georreferenciamento), que são marcos com uma chapa metálica, identificando o PPP (Posicionamento do Ponto Preciso), instalados por profissional/proprietário, de acordo com as dimensões previstas pelo IBGE (2008), sobre Padronização de Marcos Geodésicos.

Durante um levantamento dos pontos, utilizando o GPS, foram identificados cada ponto, com respectivos nomes, para futura facilitação da elaboração do projeto. Foi realizado um levantamento do tipo planialtimétrico, sendo assim, foram levantadas as projeções horizontais e altura de relevo.

Durante o levantamento, foram realizados pontos de controle, que são marcações no local, usando *spray* branco em forma de “x”, para serem inseridos no *software* de criação de ortomosaico, com objetivo de garantir a confiança e fidedignidade das imagens projetadas e ainda garantir a geolocalização do ortomosaico no projeto. Outras finalidades de tais pontos são o mapeamento e o auxílio no projeto, para obter uma visualização ampla do terreno como pode ser observado na Figura 3.

O voo do drone foi realizado a 100 metros de altitude, com fotos capturadas em intervalo de dois segundos, em velocidade 10 m/s, sobreposição de 65 a 80%. O Programa utilizado para gerar o ortomosaico é o Agisoft Metashape, em que é realizado o alinhamento das fotos com os pontos de controle (marcações em “x” realizadas nas proximidades do terreno).

Figura 3 – Ortofotografia da localização do terreno



Fonte: acervo da autora, 2022.

3.4 ANÁLISE DE DADOS OBTIDOS

Este capítulo tem como objetivo apresentar e analisar os resultados obtidos.

Após o levantamento topográfico, foram convertidos os dados obtidos com o GPS, a fim de obter os pontos para realização do projeto, utilizando o Civil 3D. Com os pontos já obtidos, foram inseridos no Programa Trimble Survey Office Mobile, com intuito de convertê-

los em arquivo “.txt” e posteriormente realizada a interligação dos pontos, para fechamento do polígono do terreno e inserir as curvas de nível do lote.

Os dados obtidos pelo GPS são convertidos em um arquivo no bloco de notas (.txt), no qual constam os dados levantados do terreno, sendo eles: coordenada leste, coordenada norte e elevação. Tais informações são separadas por vírgula. Quando tais pontos são inseridos no Civil 3D, são formadas as triangulações, quando convertidas, foram adicionados os arquivos dos pontos levantados por meio da configuração na opção *ed point*.

Inicialmente foi instalada uma base, mas, devido ao amplo tamanho do lote, houve necessidade de adicionar outra base, na qual a capacidade de alcance de comunicação entre os dois GNSS utilizados seria suficiente, definindo a inevitabilidade do uso de duas bases GNSS para auxílio no levantamento.

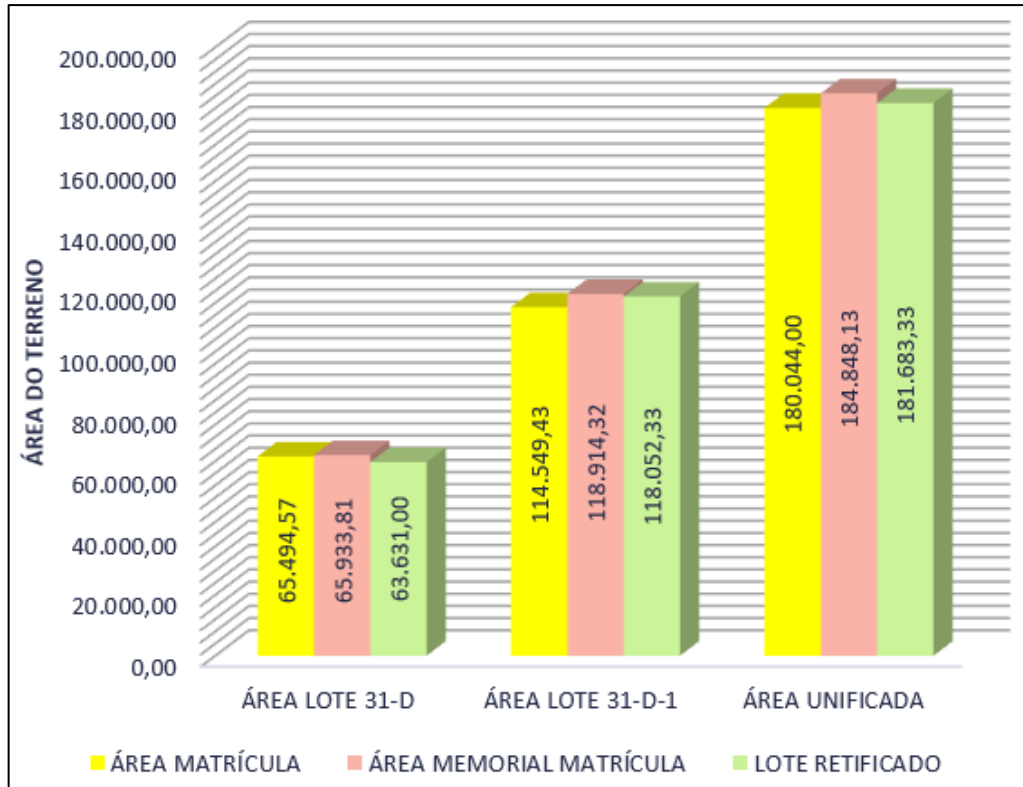
Ao todo, foram levantados 33 pontos, sendo eles 31 fixos e 2 flutuantes (pontos incapazes de fixação *in loco*, ocorrendo a captação “bruta” para o pós processamento da forma “pós processada”, na qual é utilizada a correção e captação de 15 minutos do ponto), por meio do método de posicionamento estático, utilizando o Programa Trimble Survey Office Mobile, o tempo médio do levantamento durou 20 minutos para levantamentos ao ar livre e 30 minutos para locais com grande presença de árvores e desníveis.

De acordo com o Gráfico 1, é possível identificar a variação de área do terreno apresentada no memorial descritivo da matrícula de 118.914,32 m², para o lote 31-D, e 65.933,81 m² para o lote 31-D-1, área do terreno indicada na matrícula de 114.549,43 m² para o lote 31-D, e 65.494,57 m² para o lote 31-D-1, e a área do levantamento de 118.052,33 m² para o lote 31-D, e 63.631,00 m² para o lote 31-D-1, como pode ser observado na Tabela 3:

Tabela 3 – Comparação das áreas do lote

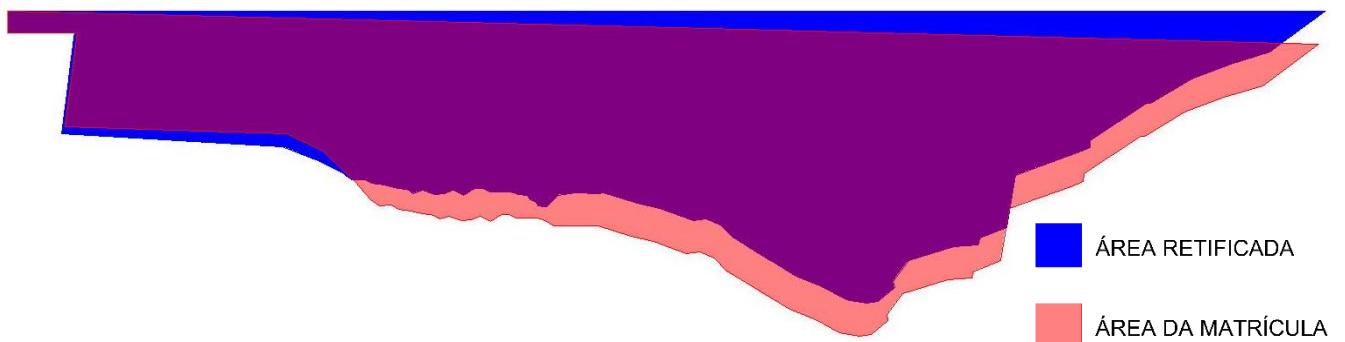
| | ÁREA LOTE 31-D | ÁREA LOTE 31-D-1 | ÁREA UNIFICADA |
|-------------------------|----------------|------------------|----------------|
| ÁREA MATRÍCULA | 65.494,57 | 114.549,43 | 180.044,00 |
| ÁREA MEMORIAL MATRÍCULA | 65.933,81 | 118.914,32 | 184.848,13 |
| LOTE RETIFICADO | 63.631,00 | 118.052,33 | 181.683,33 |

Fonte: acervo da autora, 2022.

Gráfico 1 – Comparação de áreas

Fonte: elaborado pela autora, 2022.

Em comparação das coordenadas levantadas com as coordenadas apresentadas na matrícula, apresentou-se grande variação, ocasionando HPOD (diluição da precisão horizontal) e VPOD (diluição da precisão vertical). Sendo assim, responsável da variação de área 1.639,33 m² no terreno retificado, em comparação com a área apresentada na matrícula, como pode ser observado na sobreposição (cor roxa) de áreas na figura 4, demonstrando as variações entre os lotes.

Figura 5 – Sobreposição das áreas do terreno

Fonte: acervo da autora, 2022.

A precisão do levantamento, em comparação a área da matrícula, se dá pelo fato da quantidade de pontos a serem levantados, em que quanto maior o número de vértices levantados, maior a interferência de precisão do lote.

4 CONCLUSÃO

Foi utilizado o equipamento de rastreamento de sinais de satélite (GNSS), em que foram coletados os dados, contendo frequência dupla (L1 e L2), mantendo o objetivo de atingir a resolução de ambiguidades inteiras (“*fix*”). O levantamento foi realizado de acordo com a NBR 13133:1994 e a norma do INCRA (2022), relacionando-se assim com os tempos mínimos para o levantamento em cada.

Com base nos dados obtidos, pode ser considerado que o momento da coleta, na qual foram registrados 33 pontos, utilizando o aparelho GPS, em um dia nublado, foi favorável para o levantamento topográfico em questão. O terreno para a pesquisa, em sua maioria, foi vantajoso, por a maior parte ser plana e de fácil alcance, mas contendo partes de mata fechada com difícil acesso, o que dificultou o levantamento.

Após a interpretação dos fatos e análise dos gráficos e tabelas, concluiu-se que, diante dos dados obtidos, é preciso ressaltar a necessidade da utilização do Programa Trimble Survey Office Mobile para aprimoramento da acurácia dos pontos que apresentavam ambiguidades flutuantes em seus resultados, devido à densidade de vegetação no terreno, causando imprecisão na captação do sinal dos satélites.

As limitações do GPS, de acordo com Tolentino (2003) são: “o receptor GPS precisa de visão do céu para operar. Os sinais de satélite não penetram em vegetação densa, vales estreitos, cavernas ou na água. Montanhas próximas ou edifícios também afetam a precisão”. Já as vantagens do GPS sobre os outros sistemas de navegação são: “funcionamento sob quaisquer condições meteorológicas, funcionamento 24 horas por dia, abrangência de todo o planeta, baixo custo do aparelho receptor, uso livre e gratuito dos sinais, facilidade de operação e manutenção, possibilidade de precisão milimétrica” (TOLENTINO, 2003).

O levantamento planialtimétrico, em questão, obteve sucesso quanto à acurácia e precisão, alcançando resultados válidos para a pesquisa devido ao cumprimento do Manual Técnico para Georreferenciamento de Imóveis Rurais, do INCRA (2022) e da NBR 13133:1994, sobre execução de levantamento topográfico.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13133**: Execução de levantamento topográfico. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BORGES, A. de C. **Topografia**: aplicada à engenharia civil, v. 2. São Paulo: Blucher, 2013. ISBN 9788521207665. Disponível em: <<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsmib&AN=edsmib.000014948&lang=pt-br&site=eds-live>>. Acesso em: 29 mai. 2022.

ERBA, D. A. (organizador). Topografia para estudantes de Arquitetura, Engenharia e Geologia. 9.^a Reimpressão. São Leopoldo/RS: Editora UNISINOS, 2009.

ESPARTEL, L. **Curso de Topografia**. 9. ed. Rio de Janeiro: Globo, 1987.

IBGE. **Padronização de Marcos Geodésicos**. Agosto de 2008. Disponível em: <https://geofpt.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/padronizacao_marcos_geodesicos.pdf>. Acesso em: 29 mai. 2022.

IBGE. **Resolução – PR nº 01/2015**, de 24-02-2015. Disponível em: <https://geofpt.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/rpr_01_2015_sirgas2000.pdf>. Acesso em: 29 mai. 2022.

INCRA. **Manual técnico para georreferenciamento de imóveis rurais**. Brasília, 2022. Disponível em: <https://sigef.incra.gov.br/static/documentos/manual_geo_imoveis.pdf>. Acesso em: 29 mai. 2022.

MANDAGUARI. Lei Complementar Nº 3.662/2021. Dispõe sobre o Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo do Município de Mandaguari. Disponível em: <<http://leismunicipa.is/sevzc>>. Acesso em: 29 mai. 2022.

NUCCI, Jorge Miguel; MOREIRA, Marco Antonio Albano; LOPES, Carlos. **Topografia e Cartografia**. 2011. Disponível em: <<http://livresaber.sead.ufscar.br:8080/jspui/handle/123456789/706>>. Acesso em: 29 mai. 2022.

SEGANTINE, Paulo. **Topografia para Engenharia: Teoria e Prática de Geomática**. Barueri-SP: Grupo GEN, 2015. 9788595156050. E-book. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595156050/>>. Acesso em: 15 ago. 2022.

TOLENTINO, Ricardo José Vaz. GPS (Global Positioning System) – Sistema de Posicionamento Global. **Pretexto**, Belo Horizonte, v. IV, n. 1, p. 77-100, jul. 2003. Disponível em: <<http://revista.fumec.br/index.php/pretexto/article/view/395>>. Acesso em: 29 mai. 2022.

VEIGA, Luis Augusto Koenig; ZANETTI, Maria Aparecida Z.; FAGGION, Pedro Luis. **Fundamentos de topografia**. Apostila Didática, engenharia Cartográfica e de Agrimensura. Curitiba-PR: Universidade Federal do Paraná, 2012. Disponível em: <http://www.cartografica.ufpr.br/docs/topo2/apos_topo.pdf>. Acesso em: 29 mai. 2022.