

FAMIG – FACULDADE MINAS GERAIS
EMERSON SILVA VIDAL

AJUSTES DE FUSO DE LEVANTAMENTOS GEODÉSICOS

Belo Horizonte
2024

EMERSON SILVA VIDAL

AJUSTES DE FUSO DE LEVANTAMENTOS GEODÉSICOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a FAMIG – Faculdade Minas Gerais como exigência parcial à obtenção do título de graduação em Engenharia cartográfica e de Agrimensura.

Orientador: Prof.º Diego de Jesus Queiroz Rosa;

Orientador: Prof.º Marconi Lacerda Pires.

Belo Horizonte
2024

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. JUSTIFICATIVA	6
3. PROBLEMA/SOLUÇÃO PROPOSTA PELO PROJETO	6
4. OBJETIVOS	7
4.1 OBJETIVO GERAL	7
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
5. REFERÊNCIAL TEÓRICO	8
5.1 LEVANTAMENTOS GEODÉSICOS	8
5.1.1 Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS)	8
5.1.2 Sistema Geodésico Local (SGL)	9
5.2 SISTEMAS DE COORDENADAS	9
5.2.1 Sistemas de coordenadas utilizados no Brasil	9
5.3 FUSOS	11
5.3.1 Importância dos fusos no levantamento topográfico	11
5.4 GEORREFERENCIAMENTO	12
5.5 LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS	13
5.5.1 Erros na topografia: Humanos e instrumentais	14
5.5.2 Como prevenir erros	24
6. METODOLOGIA	25
7. CONCLUSÃO	26
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Área de interesse de levantamento.....	15
Figura 2 - Pontos coletados no fuso 22.....	15
Figura 3 - Pontos coletados em fuso errado.....	16
Figura 4 - Local de análise comparativa entre pontos (Pontos fuso errado)	16
Figura 5 - Planilha de pontos localizando informações	17
Figura 6 - Planilha de pontos com coordenadas geográficos.....	17
Figura 7 - Pagina inicial do software	18
Figura 8 - Pagina inicial de novo arquivo	18
Figura 9 - Selecionaremos a ferramenta importar (grifada em amarelo).....	18
Figura 10 – Utilizando o separador	19
Figura 11 - Separação conforme planilha	19
Figura 12 - Apertar importar	20
Figura 13 - Os pontos Serão automaticamente importados	20
Figura 14 - Verificação de formato e item calcular (calculadora).....	21
Figura 15 - Pontos calculados.....	21
Figura 16 - Pontos no fuso correto.....	22
Figura 17 - Área de interesse para efeito de comparação	22
Figura 18 - Distância de 26,40m entre os pontos 1959 e 1970 (no fuso correto).....	22
Figura 19 - Distância de 26,44m entre os pontos 1959 e 1970 (no fuso errado)	23
Figura 20 - Distância de 327,46m entre os pontos 2607 e 2401 (no fuso correto)....	23
Figura 21 - Distância de 328,92m entre os pontos 2607 e 2401 (no fuso errado).....	23

1. INTRODUÇÃO

No que tange a Engenharia Cartográfica e geodésica, a precisão é um dos principais pilares para garantir a qualidade e confiabilidade das medições realizadas. Nesse contexto, o levantamento geodésico configura-se um papel fundamental, ademais, possibilitando a obtenção de dados que servem de base para uma ampla gama de aplicações, como o mapeamento topográfico, projetos de infraestrutura, monitoramento de deformações e sistemas de navegação.

O Sistema Geodésico Brasileiro é a rede de referência nacional para as coordenadas geográficas, baseado no sistema de coordenadas geodésicas. Ele utiliza como modelo da Terra o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS), alinhado ao elipsoide de referência GRS80 (Geodetic Reference System 1980), que é praticamente idêntico ao elipsoide WGS84, amplamente utilizado globalmente. (IBGE, 2017)

Contraproducente, um dos desafios recorrentes nesse âmbito está relacionado ao ajuste correto dos fusos geográficos durante o processamento dos dados. Os fusos são essenciais em projetos de engenharia, especialmente em grandes obras de infraestrutura, como rodovias, ferrovias e redes de saneamento. A divisão em fusos facilita a conversão das coordenadas esféricas da Terra em coordenadas planas (cartesianas), que são mais apropriadas para cálculos de distâncias e áreas. Além disso, o uso de fusos permite que engenheiros trabalhem com mapas de precisão, reduzindo distorções que podem surgir devido à curvatura da Terra. (Hofmann-Wellenhof et al., 2001)

Na engenharia, a utilização de fusos garante que os dados geográficos sejam precisos e consistentes. Em projetos de infraestrutura, como a construção de rodovias, o uso adequado das projeções UTM ajuda a minimizar erros nas medições, evitando problemas que podem comprometer a segurança e a viabilidade do projeto. A precisão nas coordenadas é essencial para a definição de traçados, dimensões e alinhamentos das obras. (Hofmann-Wellenhof et al., 2001)

Consoante a isso, o presente Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo estudar as metodologias de ajustes de fuso aplicadas aos levantamentos geodésicos, bem como apresentar técnicas que previnam erros comuns associados a esses ajustes, contribuindo para a melhoria na precisão das medições e na eficiência dos processos topográficos.

2. JUSTIFICATIVA

Cada levantamento geodésico, dependendo da sua localização e extensão, pode abranger mais de um fuso, o que torna imprescindível o ajuste adequado dessas divisões para garantir que as coordenadas geográficas sejam convertidas corretamente em coordenadas planas.

Em conjuntura, a falta de consideração ou ajuste inadequado dos fusos pode introduzir erros significativos, afetando a acurácia dos dados levantados e, conseqüentemente, comprometendo o projeto como um todo. Em causa aos fatos mencionados, compreender a importância dos fusos no levantamento topográfico e geodésico é crucial para evitar falhas nos cálculos e interpretações, além de garantir a consistência dos dados obtidos.

3. PROBLEMA/SOLUÇÃO PROPOSTA PELO PROJETO

O problema de pesquisa abordado no presente Trabalho de Conclusão de Curso baseia-se nos questionamentos de, como os ajustes de fuso em levantamentos geodésicos influenciam na precisão, consistência e confiabilidade dos dados geoespaciais coletados, e quais são as melhores práticas para realizar esses ajustes em diferentes contextos geográficos?

Nos levantamentos geodésicos, a correção e o ajuste de fuso horário são essenciais para garantir com que os dados coletados estejam alinhados com as coordenadas corretas, outrossim, o erro no ajuste de fuso pode resultar em imprecisões significativas, afetando a qualidade do levantamento e a tomada de decisões baseada nesses dados.

Mediante aos fatos elencados acima, enfatizando a importância de uma coleta precisa de dados geoespaciais, é necessário compreender como esses ajustes afetam a precisão dos resultados e desenvolver métodos padronizados para sua aplicação.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Analisar e propor metodologias de ajustes de fuso em levantamentos geodésicos, visando minimizar erros e garantir maior precisão nas medições, contribuindo para a melhoria da qualidade dos dados topográficos e geodésicos.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar os principais problemas e erros decorrentes da aplicação inadequada dos fusos geográficos em levantamentos geodésicos;
- Apresentar soluções para prevenir erros durante o processamento de dados de levantamentos geodésicos que envolvem múltiplos fusos.

5. REFERÊNCIAL TEÓRICO

5.1 LEVANTAMENTOS GEODÉSICOS

5.1.1 Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS)

A definição do Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS) é semelhante ao International Terrestrial Reference System (ITRS) e sua realização é uma densificação regional do International Terrestrial Reference Frame (ITRF). O SIRGAS é definido e implementado como sendo um sistema de referência vertical, fundamentado em alturas elipsoidais e números geopotenciais. (SIRGAS, 2015)

A realização SIRGAS foi estabelecida a partir de duas campanhas, a primeira em 1995 (SIRGAS 95) apresenta 58 estações localizadas na América do Sul e, em específico, 10 das 58 estações estão localizadas no Brasil, a segunda campanha foi realizada no ano de 2000 (SIRGAS 2000) com 184 estações em todo continente americano. Nessa última campanha, a denominação do sistema, que em 1995 era intitulada de Sistema de Referência Geocêntrico da América do Sul, passou a ser designada como Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas. Atualmente, o SIRGAS é materializado por uma rede de estações de operação contínua GNSS com coordenadas de alta precisão e suas alterações ao longo do tempo, as chamadas estações de velocidades. A rede SIRGAS de operação contínua (SIRGAS - CON) é composta por 400 estações, sendo que 59 pertencem à rede global IGS. (SIRGAS, 2016)

Segundo o IBGE (2005), foi realizado um projeto para estabelecer um novo referencial geodésico para o SGB. No ano de 2005 foi estabelecido as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional para o Projeto de Mudança do Referencial Geodésico (PMRG). Assim, ficou definido que os referenciais planimétrico e altimétrico para a Cartografia Brasileira são os referenciais que determinam o Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), definido pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Em fevereiro do mesmo ano o IBGE estabeleceu o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS), como sendo o novo sistema de referência geodésico para o SGB e para o Sistema Cartográfico Nacional (SCN). (IBGE, 2005)

5.1.2 Sistema Geodésico Local (SGL)

O Sistema Geodésico Local (SGL) é considerado cartesiano e consiste em três eixos ortogonais entre si. No entanto, suas principais indicações nem sempre seguem definições convencionais. O sistema possui os três eixos denominados em (n-e-u), como demonstrados na Figura 3. Sendo que o ponto de origem do sistema se encontra tangente à superfície terrestre. O eixo (n) aponta para o norte geodésico, o eixo (e) é direcionado para o leste e finalmente o eixo (u) coincide com a normal ao elipsoide que passa pelo ponto de origem. (JEKELI, 2012)

O Sistema Geodésico Local apresenta as altitudes geométricas contadas ao longo da normal dos pontos tendo a superfície do elipsoide como referência. Na maioria das vezes a normal e a vertical não coincidem, e essa diferença é denominada de Desvio da Vertical. (SANTOS e SEBEM, 2014)

5.2 SISTEMAS DE COORDENADAS

Sistemas de coordenadas são ferramentas utilizadas para a representação de localizações na superfície terrestre ou em um espaço tridimensional, fornecendo um conjunto de valores numéricos que definem a posição de pontos em um espaço, seja ele bidimensional ou tridimensional.

O sistema de coordenadas geográficas é o mais utilizado para descrever a localização de pontos sobre a superfície curva da Terra. Ele utiliza duas variáveis principais: latitude e longitude, ambas expressas em graus, minutos e segundos. A latitude é a distância angular entre um ponto e o equador, variando de 0° no equador até 90° nos polos. Já a longitude é a distância angular em relação ao meridiano de Greenwich, variando de 0° até 180° a leste ou oeste; (Hofmann-Wellenhof et al., 2001)

Além da latitude e longitude, em alguns casos, a altitude é incluída para definir a posição de um ponto em relação ao nível do mar. Esse sistema é amplamente utilizado em navegação, mapeamentos globais e no GPS (Global Positioning System), sendo apropriado para descrever localizações em escalas globais. (Hofmann-Wellenhof et al., 2001)

5.2.1 Sistemas de coordenadas utilizados no Brasil

O Sistema Geodésico Brasileiro é a rede de referência nacional para as coordenadas geográficas, baseado no sistema de coordenadas geodésicas. Ele utiliza como modelo da Terra o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS), alinhado ao elipsoide de referência GRS80 (Geodetic Reference System

1980), que é praticamente idêntico ao elipsoide WGS84, amplamente utilizado globalmente. (IBGE, 2017)

O SGB adota o sistema de coordenadas geográficas, que utiliza as variáveis de latitude e longitude para definir a posição de um ponto na superfície terrestre. No Brasil, a latitude varia do equador (0°) até aproximadamente 33° ao sul, enquanto a longitude varia do meridiano de Greenwich até cerca de 74° a oeste. O SGB é fundamental para a padronização dos dados geodésicos no Brasil e é utilizado em mapeamentos de grande escala, georreferenciamento de imóveis rurais, e em sistemas de navegação como o GPS. (IBGE, 2017)

O Sistema UTM (Universal Transverse Mercator) é o sistema de projeção cartográfica mais utilizado no Brasil para levantamentos topográficos e projetos de engenharia. Esse sistema divide a superfície terrestre em zonas, cada uma com 6 graus de largura longitudinal. O Brasil está dividido entre as zonas 18S a 25S, que cobrem sua extensão longitudinal, com o meridiano central de cada zona sendo usado como referência para medições planimétricas. (Snyder, 1987)

As coordenadas UTM são expressas em metros, sendo que o eixo Easting (Este) refere-se à distância a partir do meridiano central da zona, e o eixo Northing (Norte) refere-se à distância a partir do equador. No Brasil, o sistema UTM é amplamente utilizado em projetos de engenharia, obras de infraestrutura, e no planejamento urbano e rural. Ele é particularmente útil em áreas de pequena e média extensão, pois reduz distorções causadas pela curvatura da Terra, que podem ser mais significativas em sistemas de coordenadas geográficas. (IBGE, 2017)

Alguns estados brasileiros adotam sistemas de projeção plana específicos para evitar distorções que podem ocorrer em áreas de grande extensão dentro de uma mesma zona UTM. Esses sistemas são denominados Sistemas de Coordenadas Planas Estaduais e são baseados em projeções como UTM ou Lambert Conformal Conic. Essas projeções são mais adequadas para áreas com maior extensão em uma direção, como estados com fronteiras alongadas, permitindo um melhor ajuste da superfície terrestre no plano cartesiano. (Gemael, 1994)

No contexto brasileiro, os sistemas de coordenadas são cruciais para uma ampla gama de aplicações. O uso do SIRGAS como referência geodésica oficial assegura a padronização dos dados geográficos, essencial para o georreferenciamento de imóveis, que é obrigatório no país para fins de registro de propriedades rurais conforme a Lei 10.267/2001. (IBGE, 2017)

5.3 FUSOS

Na Engenharia, o termo fusos está relacionado à divisão da superfície terrestre em regiões longitudinais para facilitar a projeção de coordenadas e a representação de grandes áreas em mapas, sendo um conceito relevante em sistemas de projeção cartográfica.

O Sistema UTM (Universal Transverse Mercator) divide a Terra em 60 fusos longitudinais, cada um com 6 graus de largura. Esses fusos são numerados de 1 a 60, começando no meridiano 180° a oeste de Greenwich e se estendendo até 180° a leste. Cada fuso tem seu próprio meridiano central, que é usado como ponto de referência para o cálculo das coordenadas de Easting e Northing. O fuso central é o ponto onde as distorções da projeção são minimizadas, garantindo maior precisão nas medições. (Snyder, 1987)

Cada fuso no sistema UTM é tratado como uma projeção independente, o que significa que as coordenadas de um fuso não se sobrepõem às de outro. Isso evita a superposição de coordenadas e permite medições mais precisas em áreas de grande extensão. No Brasil, por exemplo, o território está dividido entre os fusos 18S a 25S, cobrindo as diferentes longitudes do país. (IBGE, 2017)

Os fusos são essenciais em projetos de engenharia, especialmente em grandes obras de infraestrutura, como rodovias, ferrovias e redes de saneamento. A divisão em fusos facilita a conversão das coordenadas esféricas da Terra em coordenadas planas (cartesianas), que são mais apropriadas para cálculos de distâncias e áreas. Além disso, o uso de fusos permite que engenheiros trabalhem com mapas de precisão, reduzindo distorções que podem surgir devido à curvatura da Terra. (Hofmann-Wellenhof et al., 2001)

5.3.1 Importância dos fusos no levantamento topográfico

Os fusos no contexto da engenharia no Brasil representam uma parte crucial da geodésia e da cartografia, permitindo a representação precisa da superfície terrestre e a realização de levantamentos topográficos.

Na engenharia, a utilização de fusos garante que os dados geográficos sejam precisos e consistentes. Em projetos de infraestrutura, como a construção de rodovias, o uso adequado das projeções UTM ajuda a minimizar erros nas medições, evitando problemas que podem comprometer a segurança e a viabilidade do projeto. A precisão

nas coordenadas é essencial para a definição de traçados, dimensões e alinhamentos das obras. (Hofmann-Wellenhof et al., 2001)

5.4 GEORREFERENCIAMENTO

O georreferenciamento é uma técnica que consiste na determinação dos limites do imóvel rural através de coordenadas georreferenciadas ao Sistema Geodésico Brasileiro. Estas coordenadas devem atender a precisão posicional fixada pelo INCRA. Para isso, o INCRA determina um prazo para a realização do georreferenciamento dos imóveis de acordo com sua área e alguns conceitos sobre quais ocasiões o levantamento será exigido. (INCRA, 2010)

O georreferenciamento é pautado na legislação de Registros Públicos em 2001 pela Lei N° 10.267, e nessa inclusão destaca-se o Art. 176 que identifica os imóveis rurais. Até o momento de criação da publicação da Lei 10.267 não se tinha segurança dos limites dos imóveis, desta forma em 2001 foi introduzido o §3° no Art. 176 tratando das questões do Georreferenciamento. E assim como dito fora pelo artigo citado, o georreferenciamento é obrigatório para os seguintes casos:

“Nos casos de desmembramento, parcelamento ou remembramento de imóveis rurais, a identificação prevista na alínea a do item 3 do inciso II do § 1° será obtida a partir de memorial descritivo, assinado por profissional habilitado e com a devida Anotação de Responsabilidade Técnica - ART, contendo as coordenadas dos vértices definidores dos limites dos imóveis rurais, Georreferenciadas ao Sistema Geodésico Brasileiro e com precisão posicional a ser fixada pelo INCRA, garantida a isenção de custos financeiros aos proprietários de imóveis rurais cuja somatória da área não exceda a quatro módulos fiscais.”

A identificação de que trata o parágrafo terceiro citado acima é obrigatório também para os casos de atos judiciais, registro e transferência de imóvel rural. O georreferenciamento de imóveis rurais é um tema que causa muita preocupação e agitação entre os profissionais habilitados, proprietários rurais e profissionais do direito (cartorários). Essa preocupação se deve ao fato de que não se sabe ao certo quais as alterações que as novas regras de descrição dos imóveis irão causar. (AUGUSTO, 2011)

5.5 LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS

O homem sempre buscou maneiras de suprir sua necessidade de conhecer o meio em que vive, por questões de sobrevivência, orientação, segurança, guerras, navegação, construção. A representação do espaço, no princípio, caracterizava-se na observação e descrição do meio. A Topografia é o estudo de uma extensão de terra, onde se demarca o local e analisa todos os seus pontos naturais e artificiais, com o intuito de demarcar a área desejada conhecendo-a bem.

“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”. ESPARTEL (1987)

O levantamento topográfico é realizado para detalhar esta área, buscando analisar e encontrar sempre da forma mais prática e rápida todos esses pontos o topógrafo utiliza de seus equipamentos que vem sendo cada vez mais aperfeiçoados para melhorar a precisão e de uma equipe auxiliar.

A Topografia pode ser entendida como parte da Geodésia, ciência que tem por objetivo determinar a forma e dimensões da Terra. Na Topografia trabalha-se com medidas (lineares e angulares) realizadas sobre a superfície da Terra e a partir destas medidas são calculados áreas, volumes, coordenadas, etc. Além disto, estas grandezas poderão ser representadas de forma gráfica através de mapas ou plantas. Para tanto é necessário um sólido conhecimento sobre instrumentação, técnicas de medição, métodos de cálculo e estimativa de precisão. (KAHMEN; FAIG, 1988)

Assim como dito fora por BRINKER; WOLF (1977), o trabalho prático da Topografia pode ser dividido em cinco etapas:

- 1ª- Tomada de decisão, onde se relacionam os métodos de levantamento, equipamentos, posições ou pontos a serem levantados, etc;
- 2ª- Trabalho de campo ou aquisição de dados: fazer as medições e gravar os dados;
- 3ª- Cálculos ou processamento: elaboração dos cálculos baseados nas medidas obtidas para a determinação de coordenadas, volumes, etc;
- 4ª- Mapeamento ou representação: produzir o mapa ou carta a partir dos dados medidos e calculados;
- 5ª- Locação.

5.5.1 Erros na topografia: Humanos e instrumentais

Erros na topografia podem ocorrer durante o levantamento e mapeamento de terrenos e têm o potencial de comprometer a precisão dos dados obtidos. Em casos de erros Instrumentais pode-se citar:

- Calibração inadequada: caso o equipamento de medição, como estações totais ou teodolitos, não for calibrado corretamente, as medições podem ser imprecisas.
- Desgaste dos instrumentos: Com o tempo, o desgaste do equipamento pode resultar em imprecisões.
- Erros de alinhamento: Desalinhamentos nas lentes, prismas ou nivelamento inadequado podem levar a erros na medição de ângulos e distâncias.

Em situações de erros humanos, encontram-se possibilidades de:

- Leitura incorreta de ângulos ou distâncias: O operador pode interpretar mal os dados, registrar valores errados ou não seguir corretamente os procedimentos.
- Posicionamento inadequado do equipamento.
- Erros de cálculo: Durante a conversão de coordenadas, aplicação de correções ou na interpretação dos dados.
- Ao colocar o fuso: Durante o levantamento topográfico, pode ocorrer a escolha incorreta do fuso horário ou fuso UTM (Universal Transverse Mercator), causando sérias imprecisões nas coordenadas geográficas registradas. Quando o profissional de topografia ou operador de campo seleciona o fuso UTM incorreto durante o levantamento, os dados georreferenciados podem ser deslocados por centenas de quilômetros, resultando em dados de coordenadas absolutamente incorretos. Isso acontece porque a posição é registrada como se estivesse em outro fuso, distorcendo completamente a localização real.

5.5.1.1 Análise de caso

Em um levantamento em campo realizado em 12/08/2024 no Senar em São Roque conforme demonstrado na figura 1:

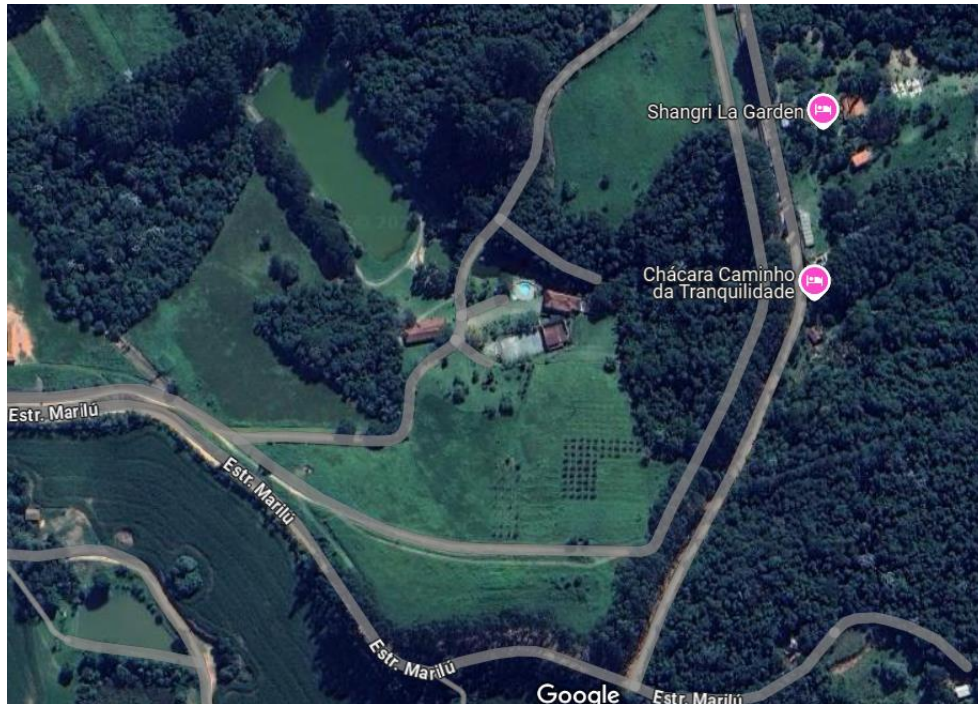


Figura 1 - Área de interesse de levantamento

O topografo responsável no local inseriu o fuso errado para iniciar os trabalhos fazendo coletas dos pontos no fuso 22 quando deveriam ser feitos no fuso 23.

ID	Nome do ponto	Norte	Este	Altitude	Latitude	Longitude	Data	Tempo	Solu??o
4	aux14a	7387634,006	892256,743	919,814	-23,57433459	-47,15793213	12/08/2024	21:44:35	Fixo
5	aux14b	7387635,863	892260,255	919,834	-23,57431701	-47,15789828	12/08/2024	21:56:03	Fixo
6	cerca	7387626,627	892347,593	911,542	-23,5743791	-47,15704189	12/08/2024	21:58:35	Fixo
7	b	7387625,564	892347,072	911,472	-23,57438881	-47,15704671	12/08/2024	21:58:47	Fixo
8	b	7387623,256	892346,599	911,469	-23,57440972	-47,15705073	12/08/2024	21:58:53	Fixo
9	cerca	7387612,694	892346,835	910,48	-23,57450486	-47,15704564	12/08/2024	21:59:06	Fixo
10	cerca	7387611,168	892331,028	910,631	-23,57452243	-47,1571998	12/08/2024	21:59:22	Fixo
11	b	7387620,329	892323,145	911,648	-23,57444178	-47,15727929	12/08/2024	21:59:33	Fixo
12	b	7387622,525	892322,377	911,697	-23,57442217	-47,15728737	12/08/2024	21:59:37	Fixo
13	cerca	7387624,731	892322,089	911,928	-23,57440236	-47,15729076	12/08/2024	21:59:42	Fixo
14	c	7387623,402	892317,157	912,213	-23,57441554	-47,15733864	12/08/2024	21:59:55	Fixo
15	b	7387622,103	892315,891	911,887	-23,57442755	-47,15735068	12/08/2024	22:00:00	Fixo
16	cerca	7387609,479	892311,173	911,723	-23,57454247	-47,15739349	12/08/2024	22:00:16	Fixo
17	c	7387612,371	892309,955	912,256	-23,57451669	-47,15740616	12/08/2024	22:00:25	Fixo
18	b	7387615,575	892299,959	912,969	-23,57449024	-47,15750474	12/08/2024	22:00:36	Fixo
19	b	7387618,893	892298,866	912,895	-23,5744606	-47,1575163	12/08/2024	22:00:40	Fixo
20	c	7387621,233	892296,641	914,136	-23,57444005	-47,15753867	12/08/2024	22:00:46	Fixo
21	cerca	7387621,923	892294,918	914,455	-23,57443425	-47,15755569	12/08/2024	22:00:51	Fixo
22	cerca	7387620,749	892283,061	915,578	-23,5744477	-47,15767132	12/08/2024	22:01:02	Fixo
23	c	7387619,918	892280,723	915,646	-23,57445576	-47,15769397	12/08/2024	22:01:08	Fixo
24	arv017	7387620,226	892278,318	915,965	-23,57445356	-47,15771756	12/08/2024	22:01:13	Fixo
25	dd	7387620,13	892276,782	916,074	-23,5744548	-47,15773256	12/08/2024	22:01:34	Fixo

Figura 2 - Pontos coletados no fuso 22

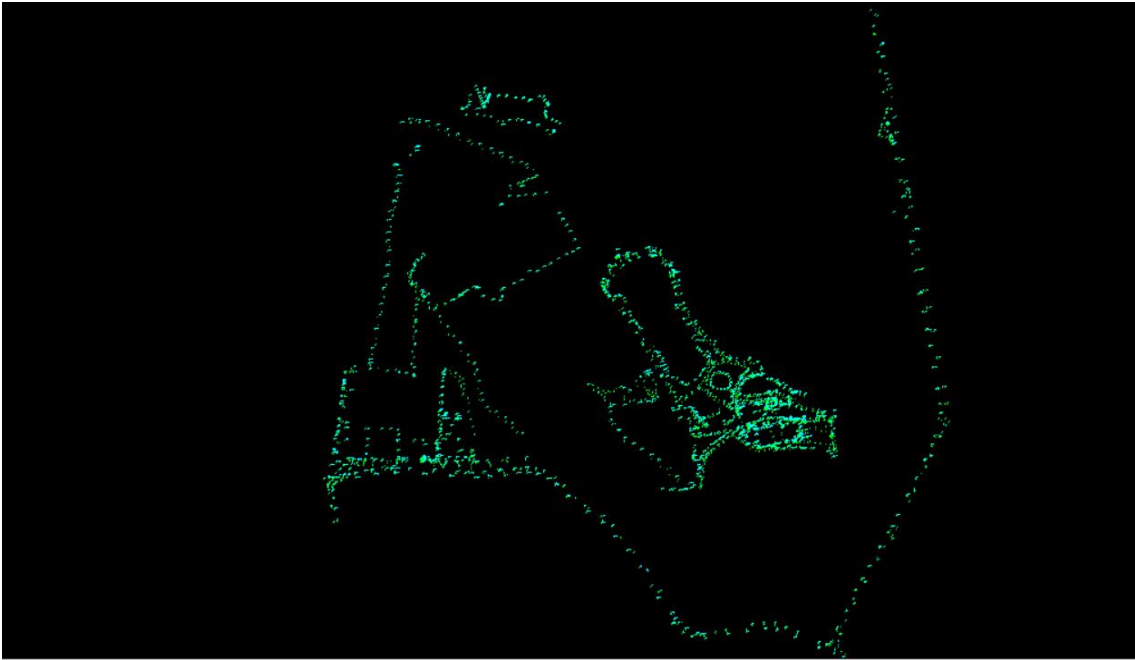


Figura 3 - Pontos coletados em fuso errado

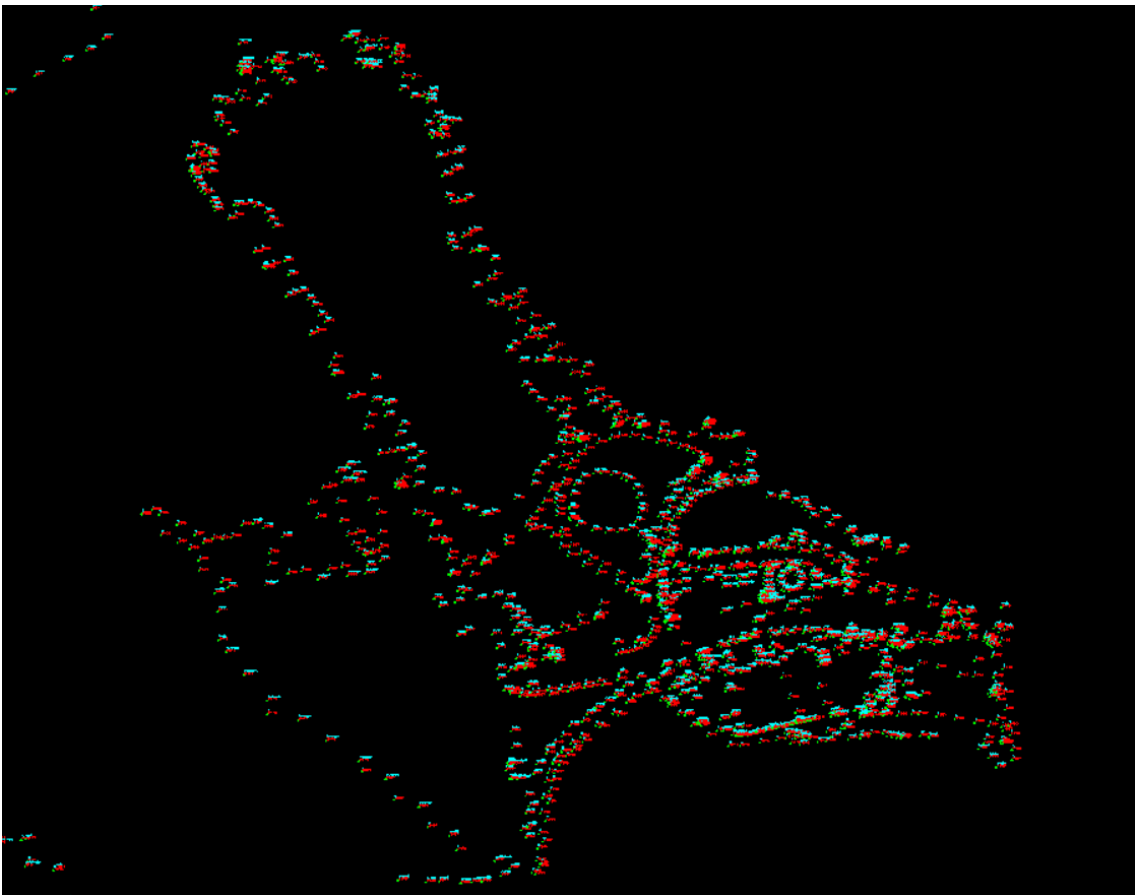


Figura 4 - Local de análise comparativa entre pontos (Pontos fuso errado)

Como a equipe em campos realizou a coleta dos pontos no fuso errado, foi necessário a transformação de fuso, corrigindo possíveis distorções e transformando os pontos para o fuso correto, o fuso 23.

Foi separado os pontos de coordenadas geográficas e as informações de descrições dos pontos das coordenadas UTM.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	ID	Nome do ponto	Norte	Este	Altitude	Latitude	Longitude	Data	Tempo	Solu??o	
2	4	aux14a	7387634,006	892256,743	919,814	-23,57433459	-47,15793213	12/08/2024	21:44:35	Fixo	
3	5	aux14b	7387635,863	892250,255	919,834	-23,57431701	-47,15789828	12/08/2024	21:56:03	Fixo	
4	6	cerca	7387626,627	892347,593	911,542	-23,5743791	-47,15704189	12/08/2024	21:58:35	Fixo	
5	7	b	7387625,564	892347,072	911,472	-23,57438881	-47,15704671	12/08/2024	21:58:47	Fixo	
6	8	b	7387623,256	892346,599	911,469	-23,57440972	-47,15705073	12/08/2024	21:58:53	Fixo	
7	9	cerca	7387612,694	892346,835	910,48	-23,57450486	-47,15704564	12/08/2024	21:59:06	Fixo	
8	10	cerca	7387611,168	892341,028	910,631	-23,57452243	-47,1571998	12/08/2024	21:59:22	Fixo	
9	11	b	7387620,329	892323,145	911,648	-23,57444178	-47,15727929	12/08/2024	21:59:33	Fixo	
10	12	b	7387622,525	892322,377	911,697	-23,57442217	-47,15728737	12/08/2024	21:59:37	Fixo	
11	13	cerca	7387624,731	892322,089	911,928	-23,57440236	-47,15729076	12/08/2024	21:59:42	Fixo	
12	14	c	7387623,402	892317,157	912,213	-23,57441554	-47,15733864	12/08/2024	21:59:55	Fixo	
13	15	b	7387622,103	892315,891	911,887	-23,57442755	-47,15735068	12/08/2024	22:00:00	Fixo	
14	16	cerca	7387609,479	892311,173	911,723	-23,57454247	-47,15739349	12/08/2024	22:00:16	Fixo	
15	17	c	7387612,371	892309,955	912,256	-23,57451669	-47,15740616	12/08/2024	22:00:25	Fixo	
16	18	b	7387615,575	892299,959	912,969	-23,57449024	-47,15750474	12/08/2024	22:00:36	Fixo	
17	19	b	7387618,893	892298,866	912,895	-23,5744606	-47,1575163	12/08/2024	22:00:40	Fixo	
18	20	c	7387621,233	892296,641	914,136	-23,57444005	-47,15753867	12/08/2024	22:00:46	Fixo	
19	21	cerca	7387621,923	892294,918	914,455	-23,57443425	-47,15755569	12/08/2024	22:00:51	Fixo	
20	22	cerca	7387620,749	892283,061	915,578	-23,5744477	-47,15767132	12/08/2024	22:01:02	Fixo	
21	23	c	7387619,918	892280,723	915,646	-23,57445576	-47,15769397	12/08/2024	22:01:08	Fixo	
22	24	arv017	7387620,226	892278,318	915,965	-23,57445356	-47,15771756	12/08/2024	22:01:13	Fixo	
23	25	dd	7387620,13	892276,782	916,074	-23,5744548	-47,15773256	12/08/2024	22:01:34	Fixo	

Figura 5 - Planilha de pontos localizando informações

Conforme a figura 6, serão separados os itens de ID, descrição, altitude, latitude e longitude em um arquivo separado.

	A	B	C	D	E	F
1	ID	Nome do ponto	Latitude	Longitude	Altitude	
2	4	aux14a	-23,57433459	-47,15793213	919,814	
3	5	aux14b	-23,57431701	-47,15789828	919,834	
4	6	cerca	-23,5743791	-47,15704189	911,542	
5	7	b	-23,57438881	-47,15704671	911,472	
6	8	b	-23,57440972	-47,15705073	911,469	
7	9	cerca	-23,57450486	-47,15704564	910,48	
8	10	cerca	-23,57452243	-47,1571998	910,631	
9	11	b	-23,57444178	-47,15727929	911,648	
10	12	b	-23,57442217	-47,15728737	911,697	
11	13	cerca	-23,57440236	-47,15729076	911,928	
12	14	c	-23,57441554	-47,15733864	912,213	
13	15	b	-23,57442755	-47,15735068	911,887	
14	16	cerca	-23,57454247	-47,15739349	911,723	
15	17	c	-23,57451669	-47,15740616	912,256	
16	18	b	-23,57449024	-47,15750474	912,969	
17	19	b	-23,5744606	-47,1575163	912,895	
18	20	c	-23,57444005	-47,15753867	914,136	
19	21	cerca	-23,57443425	-47,15755569	914,455	
20	22	cerca	-23,5744477	-47,15767132	915,578	
21	23	c	-23,57445576	-47,15769397	915,646	
22	24	arv017	-23,57445356	-47,15771756	915,965	
23	25	dd	-23,5744548	-47,15773256	916,074	
24	26	b	-23,57447584	-47,15774886	915,057	
25	27	n	-23,57449823	-47,15774912	915,083	
26	28	c	-23,5745272	-47,15775054	915,298	
27	29	cerca	-23,57458218	-47,15775917	914,816	
28	30	c	-23,5745424	-47,15789432	915,92	

Figura 6 - Planilha de pontos com coordenadas geográficas

Para fazer a correção utilizaremos o Software Métrica topo Plan.

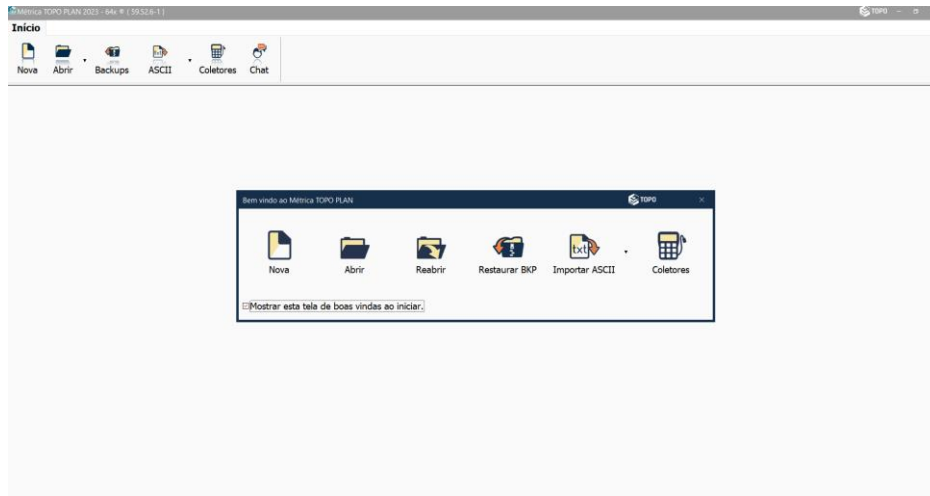


Figura 7 - Pagina inicial do software

Iremos abrir um novo arquivo

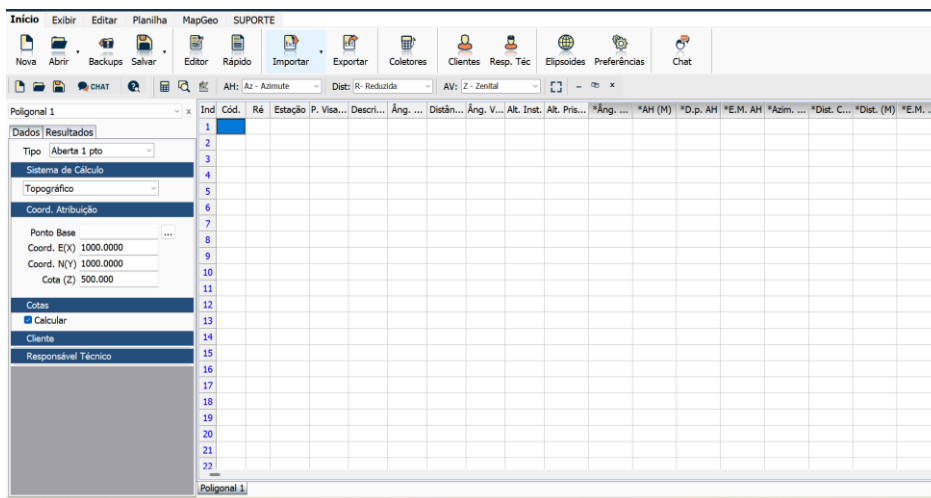


Figura 8 - Pagina inicial de novo arquivo

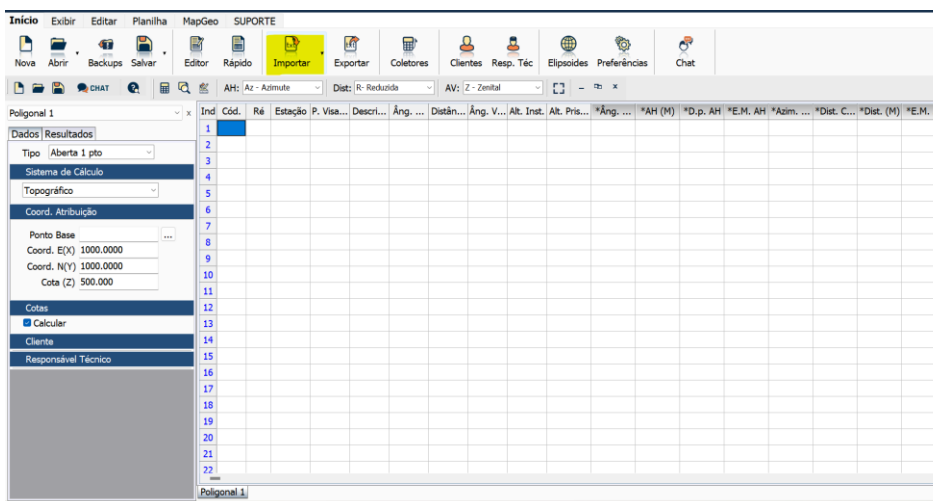


Figura 9 - Seleccionaremos a ferramenta importar (grifada em amarelo)

Em seguida, escolheremos o arquivo com coordenadas geográficas.

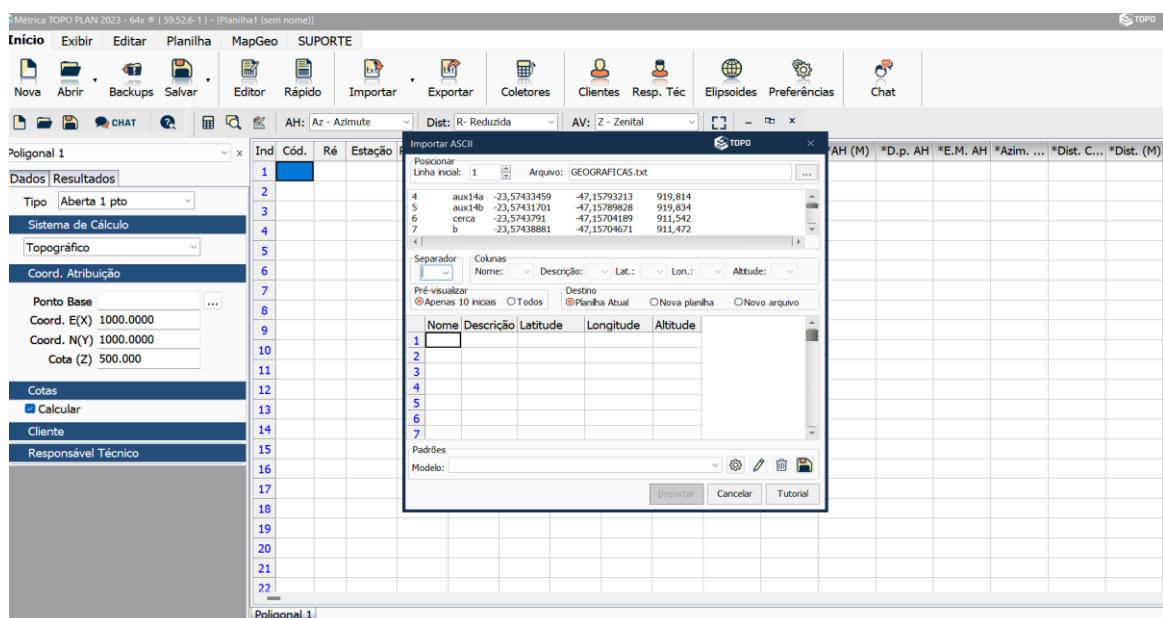


Figura 10 – Utilizando o separador

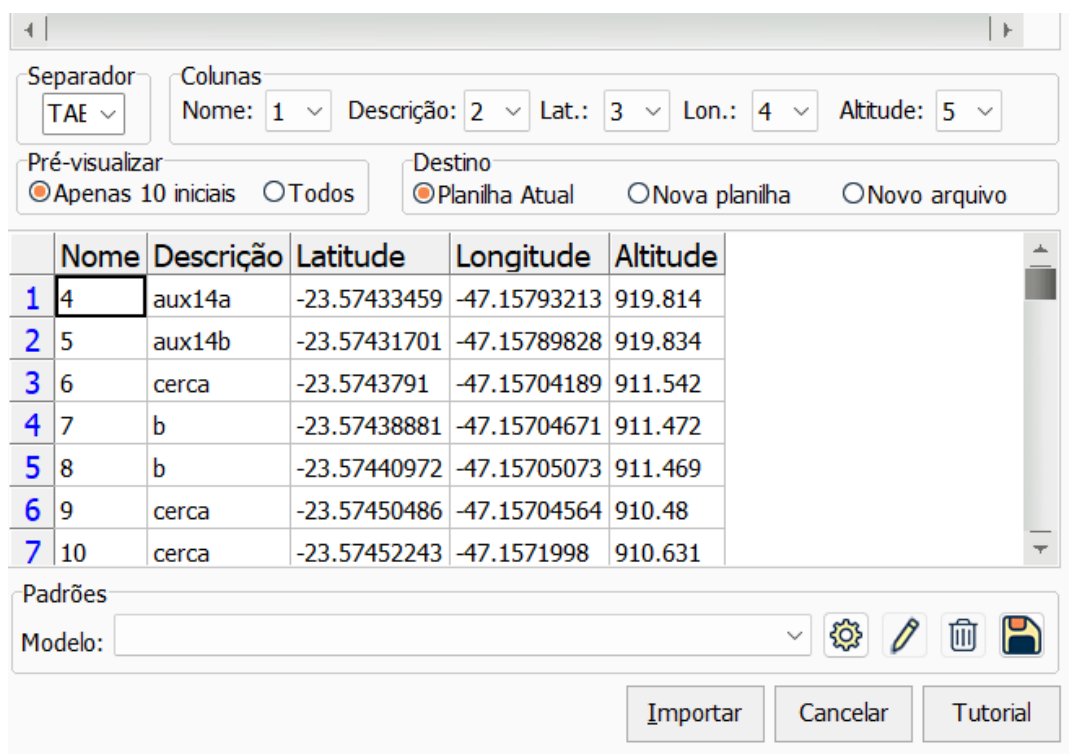


Figura 11 - Separação conforme planilha

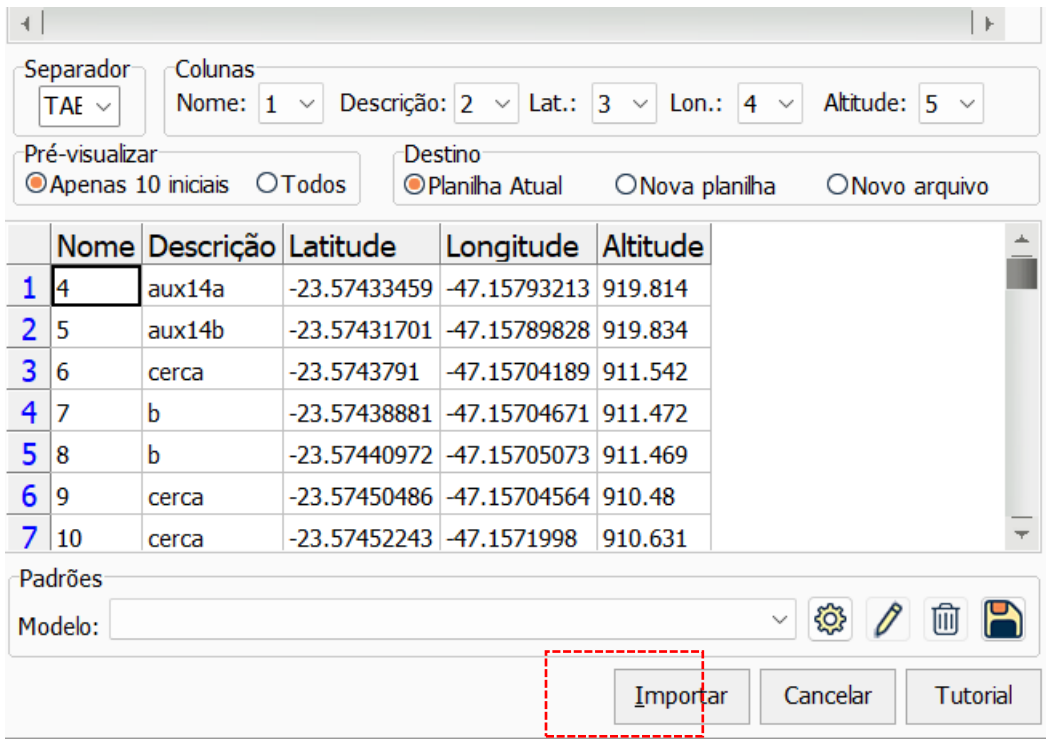


Figura 12 - Apertar importar

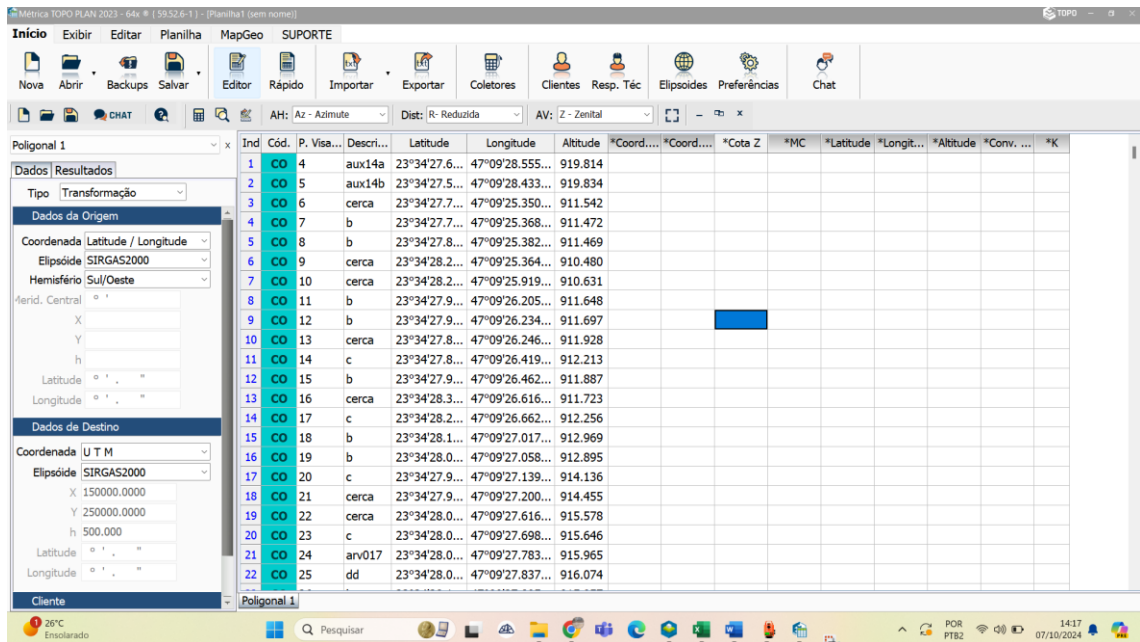


Figura 13 - Os pontos Serão automaticamente importados

Importado os arquivos verificaremos o sistema de conversão informando que as coordenadas estão em coordenadas geográficas e que serão transformadas para coordenadas UTM; Em seguida clicaremos no ícone calcular (Símbolo de calculadora)

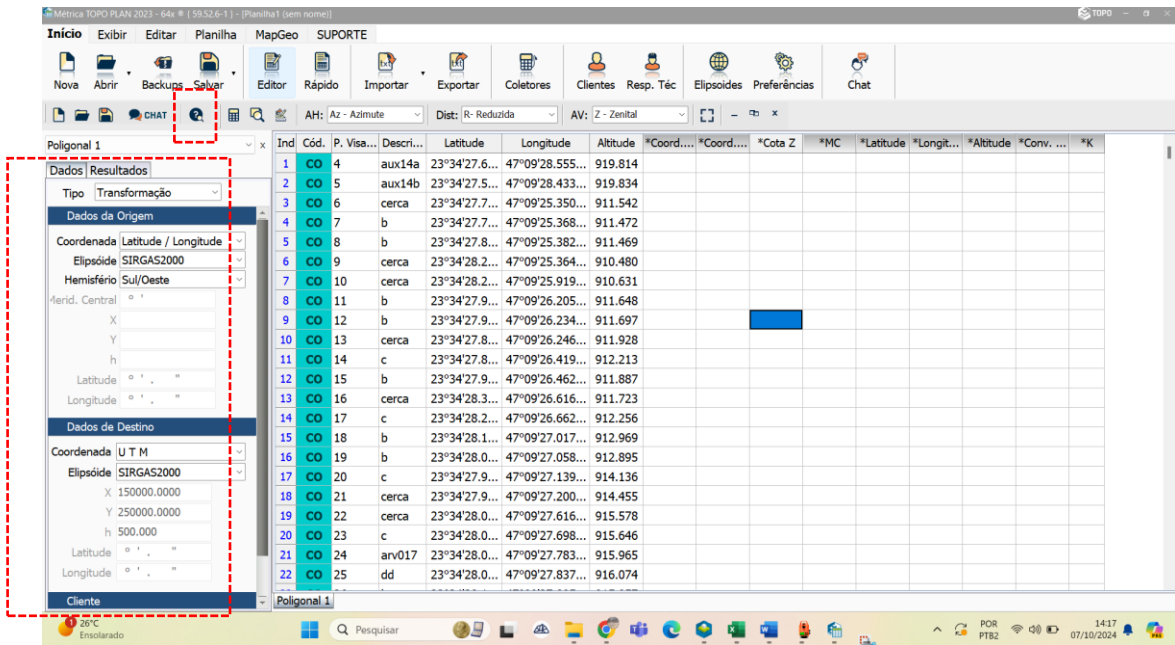


Figura 14 - Verificação de formato e item calcular (calculadora)

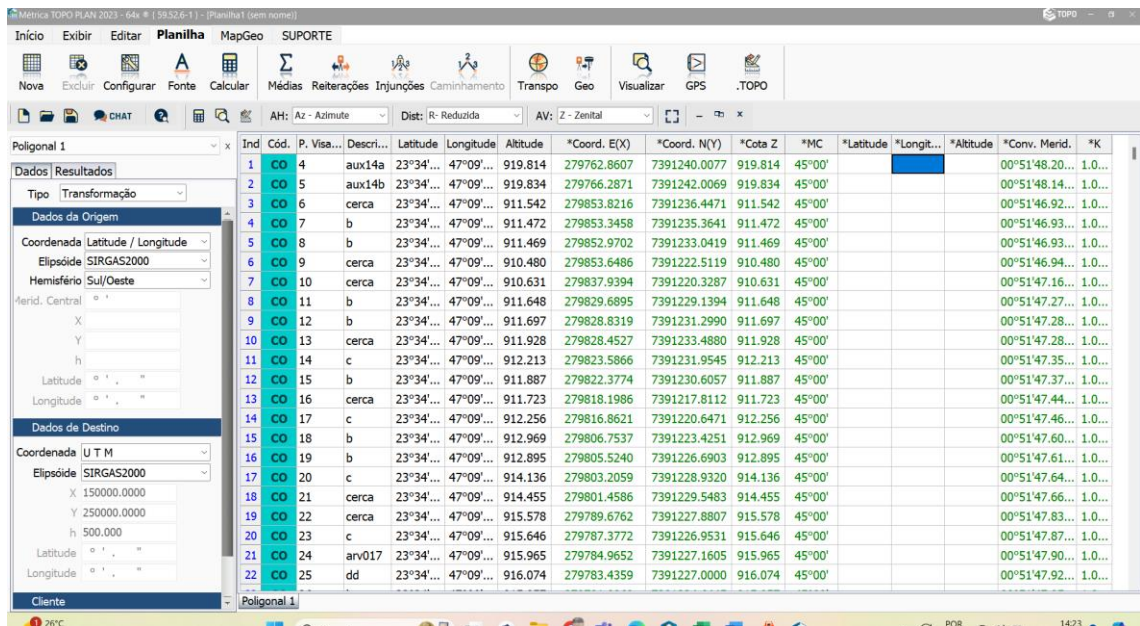


Figura 15 - Pontos calculados

Os pontos são automaticamente calculados para o fuso correto; No nosso caso o meridiano central 45°W fuso 23.

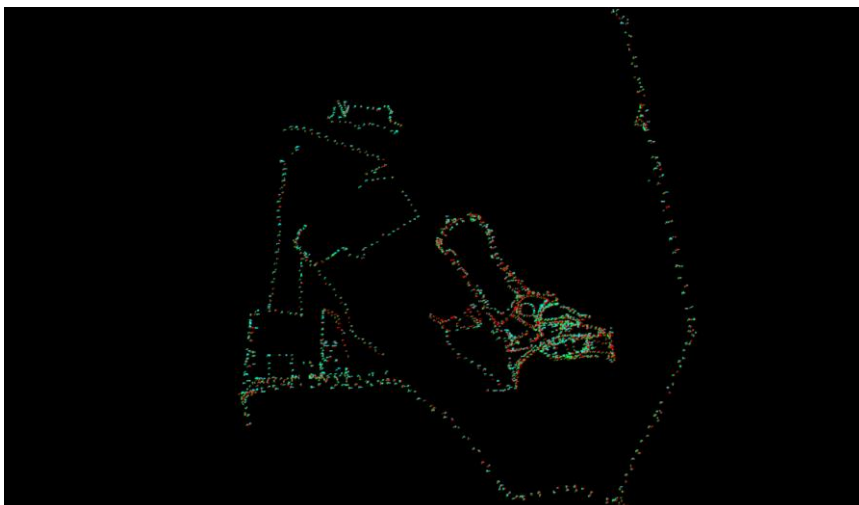


Figura 16 - Pontos no fuso correto

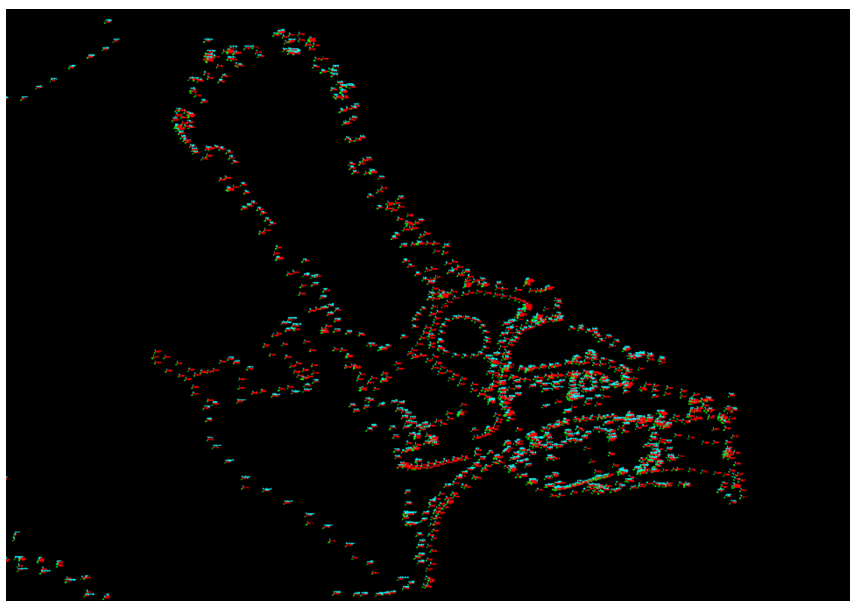


Figura 17 - Área de interesse para efeito de comparação

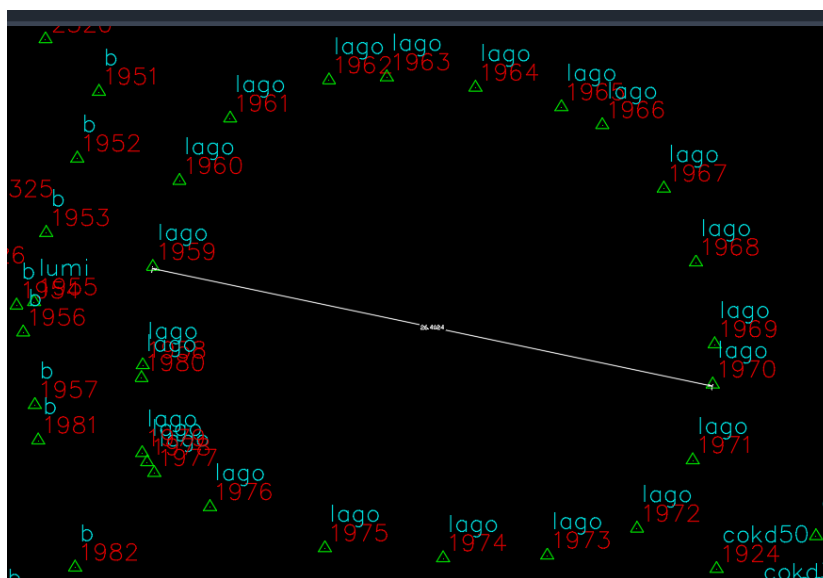


Figura 18 - Distância de 26,40m entre os pontos 1959 e 1970 (no fuso correto)

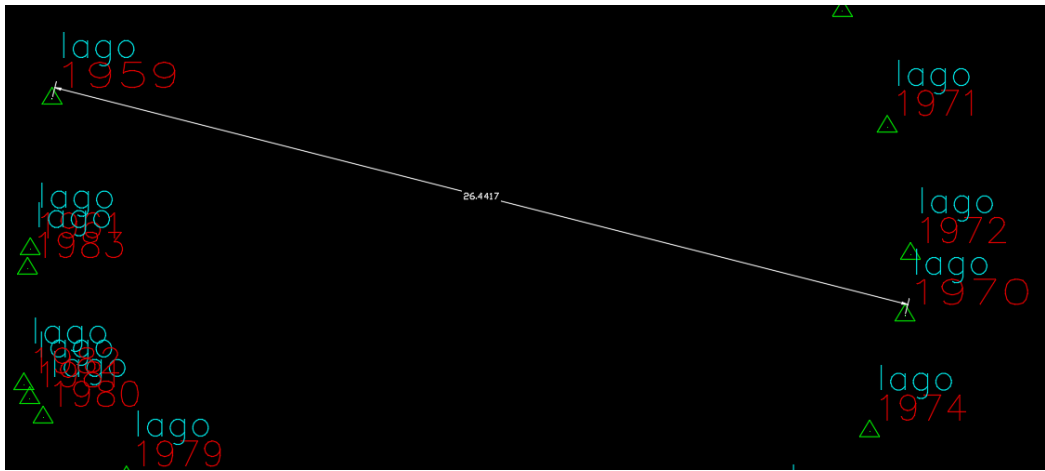


Figura 19 - Distância de 26,44m entre os pontos 1959 e 1970 (no fuso errado)

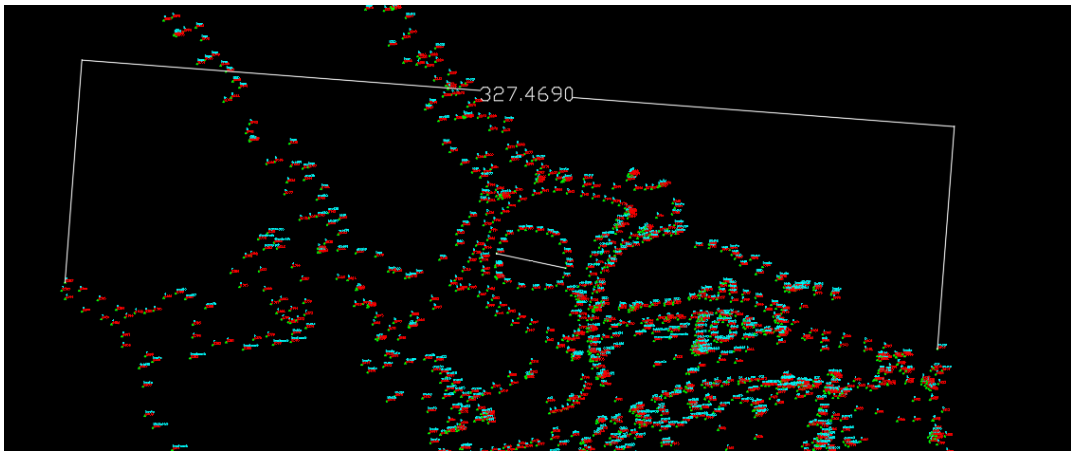


Figura 20 - Distância de 327,46m entre os pontos 2607 e 2401 (no fuso correto)

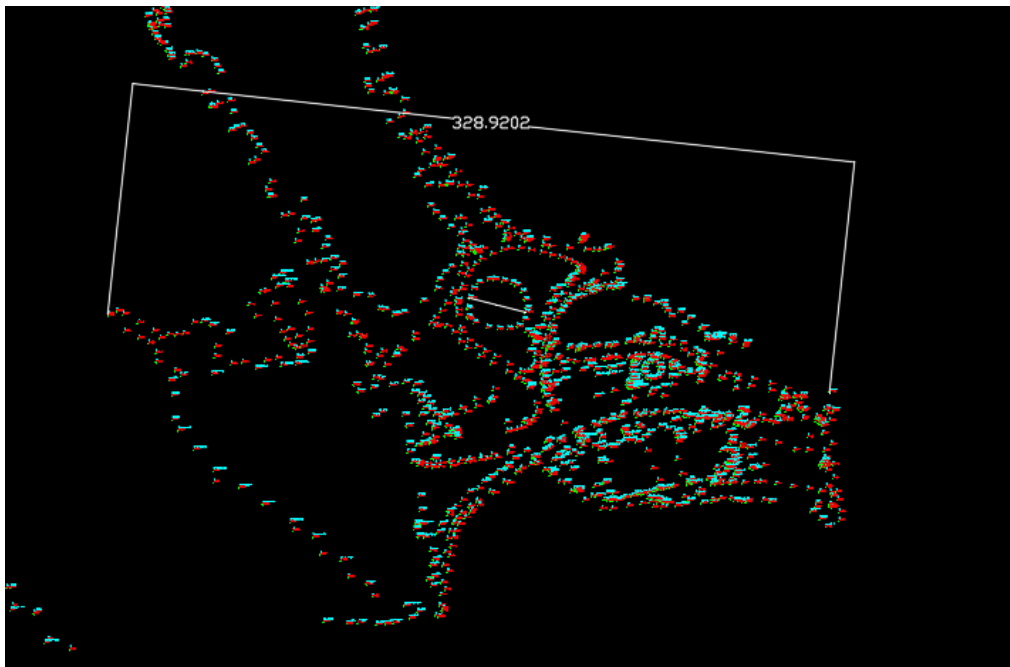


Figura 21 - Distância de 328,92m entre os pontos 2607 e 2401 (no fuso errado)

5.5.2 Como prevenir erros

Antes de iniciar o levantamento, é fundamental determinar em qual fuso UTM a área de levantamento está localizada, podendo ser feito facilmente com auxílio de mapas ou aplicativos de GPS que fornecem essa informação.

É crucial também, configurar corretamente os equipamentos. A maioria dos equipamentos topográficos modernos, como estações totais e GNSS, permite a configuração do fuso UTM, certificar-se de que o fuso correto está configurado antes de começar a coleta de dados.

Ademais, fornecer treinamento contínuo para os operadores de campo sobre a importância do fuso UTM e como configurá-lo corretamente nos equipamentos pode prevenir diversos erros e proporcionar um resultado eficaz.

6. METODOLOGIA

Para o desempenho do presente Trabalho de Conclusão de Curso para formular o esculpo do projeto para que se possa chegar no produto final pautou-se pelo Método Hipotético-Dedutivo, que deve ser entendido como uma abordagem científica utilizada para desenvolver e testar teorias, envolvendo a formulação de hipóteses a partir de observações ou perguntas, e, em seguida, o uso da dedução para gerar previsões ou explicações que possam ser testadas empiricamente.

A pesquisa foi realizada a partir de levantamentos referenciais teóricos para atingir os objetivos propostos, adotando uma abordagem metodológica baseada em revisão de literatura, realizando uma revisão bibliográfica abrangente em bases de dados científicas como Scielo e Google Acadêmico, buscando artigos, revisões e estudos de caso.

7. CONCLUSÃO

Mediante ao estudo realizado, conclui-se que, quanto maior o afastamento dos pontos, maior será a distorção nas medições, especialmente se o fuso UTM incorreto for utilizado. De maneira análoga, isso ocorre porque a projeção de coordenadas é feita de forma precisa apenas dentro dos limites de cada fuso, ao utilizar o fuso errado, as coordenadas são calculadas como se o ponto estivesse em outra região, resultando em deslocamentos consideráveis e medições imprecisas.

É tácito que, essa distorção aumenta proporcionalmente à distância entre os pontos levantados e a borda do fuso correto, outrossim, quando os dados não são corrigidos, os resultados podem ser dramaticamente incorretos, o que compromete a execução de projetos, planejamento de obras, ou qualquer atividade que dependa da topografia precisa.

Portanto, é incontrovertível a importância do conhecimento profissional para realização da correção dos pontos para o fuso correto durante o processamento dos dados, garantindo que as coordenadas representem com precisão a posição real no terreno, evitando erros em cálculos de distâncias, áreas e na integração de dados em sistemas de informação geográfica (GIS). E então, somente com essa correção será possível conduzir projetos e análises topográficas com a exatidão necessária para garantir resultados confiáveis.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUGUSTO, E. A. A. Manual básico: Retificação de registro e georreferenciamento - comentários, modelos e legislação. Instituto de Registro imobiliário do Brasil. 2011.

BIBVIRT – Biblioteca virtual do estudante brasileiro. Aula 3 Normalização no Brasil. Disponível em: <http://www.bibvirt.futuro.usp.br/index.html?principal.html&2>. Acesso em: 21/08/2024.

BRINKER, R. C.; WOLF, P. R. Elementary Surveying. 6 ed. New York: Harper & Row, 1977. 568p.

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

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

Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., & Collins, J. (2001). GPS: Theory and Practice (5th ed.). Springer-Verlag.

Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., & Collins, J. (2001). GPS: Theory and Practice (5th ed.). Springer-Verlag.

Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., & Collins, J. (2001).

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Projeto Mudança do Referencial Geodésico - PMRG, 2005. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/noticia_sirgas.shtm>. Acesso em: 21/08/2024.

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais: 2a edição. Brasília, 2010.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2017). Sistemas de Referência e Projeções Cartográficas. IBGE.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2017). Sistemas de Referência e Projeções Cartográficas. IBGE.

JAKELI, C. Geometric Reference Systems in Geodesy. Division of Geodesy Science. School of Earth Sciences. Ohio State University, 2012.

SANTOS, A. D; SEBEM, E. Comparação de coordenadas georreferenciadas associadas a matrizes com coordenadas de topografia clássica. In: XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia, 2014, Gramado. Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cartografia, 2014.

SIRGAS - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas. Presentation. Disponível em: <<http://www.sirgas.org/index.php?id=64>>. Acesso em: 20/08/2024.

SIRGAS - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas. Red SIRGAS de operación contínua. Disponível em: <<http://www.sirgas.org/index.php?id=61>>. Acesso em: 20/08/2024.

Snyder, J. P. (1987). Map Projections: A Working Manual. U.S. Geological Survey.

Vaníček, P., & Krakiwsky, E. J. (1986). Geodesy: The Concepts. North-Holland.