

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

IURI GONÇALVES VASCONCELLOS

**O IMPACTO DOS SISTEMAS DE PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA TM E PLANO
TOPOGRÁFICO LOCAL NO GEORREFERENCIAMENTO DE IMÓVEIS RURAIS**

**ITAQUI
2024**

IURI GONÇALVES VASCONCELLOS

**O IMPACTO DOS SISTEMAS DE PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA TM E PLANO
TOPOGRÁFICO LOCAL NO GEORREFERENCIAMENTO DE IMÓVEIS RURAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura.

Orientador: Prof^o. Dr. Leonard Niero da Silveira

**ITAQUI
2024**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

G331i Gonçalves Vasconcellos, Iuri
O IMPACTO DOS SISTEMAS DE PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA TM E PLANO
TOPOGRÁFICO LOCAL NO GEORREFERENCIAMENTO DE IMÓVEIS RURAIS /
Iuri Gonçalves Vasconcellos.
38 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade
Federal do Pampa, ENGENHARIA CARTOGRÁFICA E DE AGRIMENSURA,
2024.

"Orientação: Leonard Niero da Silveira".

1. Geodésia. 2. Georreferenciamento. 3. GPS. 4. Mapeamento.
5. Sistema de Projeção. I. Título.

IURI GONÇALVES VASCONCELLOS

O IMPACTO DOS SISTEMAS DE PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA TM E PLANO TOPOGRÁFICO LOCAL NO GEORREFERENCIAMENTO DE IMÓVEIS RURAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 11 de Dezembro de 2024.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Leonard Niero da Silveira
Orientador
UNIPAMPA

Prof. Me. Marcelo Jorge de Oliveira
UNIPAMPA

Prof. Igor Silveira Elesbão
UNIPAMPA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, porque sem ele eu não teria forças para tal mérito. E a minha mãe e minha namorada por me darem muito apoio e motivação.

AGRADECIMENTO

A Deus

À minha mãe Dona Naide Maribel Gonçalves Rodrigues, meu orgulho e admiração, obrigado pelas palavras de motivação que muitas vezes foram o ponto forte que me faziam persistir;

À minha namorada Rickely Santos Teixeira, que nunca me deixou cair em esquecimento do porque eu estudava tanto, para que eu fosse além do que eu seria sem alguém do lado, passando confiança e motivação, aceitando muito momentos de estresse e exaustão de forma leve mas sempre me forçando a ser melhor;

Aos parentes e amigos que incentivaram essa fase da vida que foi muito conturbada, e cheia de altos e baixos, fazendo eu sempre pensar se esse era o caminho que eu queria como profissional;

Ao prof^o. Dr. Leonard Niero da Silveira, por aceitar esse trabalho de ser meu orientador e me ajudar com esse processo de finalização da graduação;

Aos outros professores que também dedicaram algumas horas de vida para passar e demonstrar seu conhecimento sobre as áreas da graduação;

A todos os colegas de curso que de alguma maneira me ajudaram e contribuíram para minha formação acadêmica, em especial ao Felipe Aguiar Lopes, que ajudou na coleta de campo dos dados para o georreferenciamento;

Por fim, queria também agradecer ao meu avô José Luiz Ferreira Vasconcellos, que sempre tentou demonstrar ajuda para meus estudos, mas infelizmente faleceu em outubro de 2023 e não poderá ver esse momento feliz em nossa família.

“Você vê, mas não observa”.

Sherlock Holmes.

RESUMO

O estudo aborda a representação cartográfica de terrenos, focando na aplicação de diferentes sistemas de projeção cartográfica para minimizar distorções em áreas e perímetros. Historicamente, a necessidade de representar a superfície curva da Terra em um plano trouxe desafios devido às inevitáveis distorções associadas às projeções. Este trabalho explora as projeções cartográficas Transversa de Mercator (UTM, RTM, LTM) e PTL para identificar a melhor abordagem na gestão de propriedades rurais, visando precisão em demarcações territoriais e cálculos de áreas e perímetros. A metodologia incluiu o georreferenciamento de uma área de 500 hectares entre Itaqui e Maçambará. Foram realizados levantamentos em campo com método Real-Time Kinematic (RTK), seguindo padrões geodésicos. A coleta de dados resultou em 42 pontos, cuja análise revelou uma discrepância máxima de 20 cm comparada à matrícula original. Para conexão ao sistema geodésico brasileiro (SGB), as coordenadas foram corrigidas usando bases RBMC e convertidas entre diferentes sistemas de projeção cartográfica. O estudo destaca a importância de usar o sistema de projeção mais adequado para a determinação de valores lineares e superficiais para garantir segurança jurídica, evitar conflitos de posse e proporcionar dados confiáveis para planejamento rural. Conclui-se que o Plano Topográfico Local (PTL) pode ser uma alternativa eficaz para representar a realidade com maior fidelidade em regiões específicas.

Palavras-Chave: Geodésia, Georreferenciamento, GPS, Mapeamento, Sistema de Projeção.

ABSTRACT

The study addresses the cartographic representation of terrain, focusing on the application of different cartographic projection systems to minimize distortions in areas and perimeters. Historically, the need to represent the Earth's curved surface on a plane has brought challenges due to the inevitable distortions associated with projections. This work explores the Transverse Mercator cartographic projections (UTM, RTM, LTM) and PTL to identify the best approach to managing rural properties, aiming for precision in territorial demarcations and calculations of areas and perimeters. The methodology included the georeferencing of an area of 500 hectares between Itaquí and Maçambará. Field surveys were carried out with Real-Time Kinematic (RTK) method, following geodetic standards. Data collection resulted in 42 points, the analysis of which revealed a maximum discrepancy of 20 cm compared to the original registration. For connection to the Brazilian geodetic system (SGB), the coordinates were corrected using RBMC bases and converted between different cartographic projection systems. The study highlights the importance of using the most appropriate projection system for determining linear and superficial values to ensure legal certainty, avoid ownership conflicts and provide reliable data for rural planning. It is concluded that the Local Topographic Plan (PTL) can be an effective alternative to represent reality with greater fidelity in specific regions.

Keywords: Geodesy, Georeferencing, GPS, Mapping, Projection System.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Elipsóide e coordenadas	5
Figura 2: Positividade	7
Figura 3: Aditividade	7
Figura 4: Invariância por isometrias	8
Figura 5: Topologia	8
Figura 6: Dimensional	9
Figura 7: Computacional	9
Figura 8: Polígono com área $12 u^2$ e perímetro $16 u$	9
Figura 9: Polígono com área $12 u^2$ e perímetro $14 u$	10
Figura 10: Área pré pesquisada	12
Figura 11: Local de implantação do marco	13
Figura 12: Fixação do pino acima do marco	14
Figura 13: Posicionamento do marco	14
Figura 14: Repintura de destaque do marco, para melhor visualização conforme as normas	15
Figura 15: Coleta do ponto inicial, através do RTK	16
Figura 16: Coleta dos pontos da área de estudo	17
Figura 17: Equipe executora da verificação do georreferenciamento	18
Figura 18: Transformação de dados coletados	18
Figura 19: Dados processados e reprojitados para PTL	20
Figura 20: Área original da matrícula	21
Figura 21: Área original da matrícula mais área de estudo	22

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

ASC II - Código Padrão Americano para Intercâmbio de Informações

BEIDOU - Sistema de navegação por satélite Chinês

CSV - Valores Separados por Vírgula

DWG - Drawing “desenho”

GALILEO - Sistema de navegação por satélite da União Europeia

GNSS - Sistema Global de Navegação por Satélite

GLONASS - Sistema de navegação por satélite Russo

GPS - Sistema de Posicionamento Global

ha - Hectares

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

IPTU - Imposto Predial e Territorial Urbano

LTM - Local Transversa de Mercator

NAVSTAR - Sistema americano para atender as precisões de posicionamento

PTL - Plano Topográfico Local

RBMC - Rede Brasileira de monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS

RINEX - Formato de Troca Independente do Receptor

RTK - Cinemático em Tempo Real

RTM - Regional Transversa de Mercator

UTM - Universal Transversa de Mercator

2D - Bidimensional

3D - Tridimensional

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVO	3
2.1	Geral	3
2.2	Específico	3
3	CONCEITOS GERAIS DE REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1	Projeção Universal Transversa de Mercator	4
3.2	Projeção Regional Transversa de Mercator	4
3.3	Projeção Local Transversa de Mercator	5
3.4	O Plano Topográfico Local	5
3.5	Real Time Kinematic (RTK)	6
3.6	Área e Perímetro	6
3.7	Outros conceitos	10
4	METODOLOGIA	12
5	APRESENTAÇÃO DA PESQUISA E ANÁLISE DOS RESULTADOS	21
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
	REFERÊNCIAS	24
	ANEXOS	26

1 INTRODUÇÃO

Desde tempos imemoriais o homem se preocupa em representar graficamente o espaço em que vive por meio de mapas, o que não era um problema quando a área a ser representada era uma porção suficientemente pequena da superfície terrestre, considerada plana para este fim (plano topográfico). À medida em que foi havendo a necessidade de se representar áreas maiores, surgiu um dilema: como representar a realidade de uma superfície curva em um mapa plano? a solução foram as projeções cartográficas. No entanto, com esta aparente solução surgiu um inconveniente: a distorção gerada na passagem de uma figura da superfície curva para a superfície plana.

Nos levantamentos geodésicos clássicos, as coordenadas geodésicas latitude e longitude (φ, λ) eram derivadas dos métodos de poligonação e triangulação a partir de uma base geodésica determinada astronômica, porém, mapas não podem ser baseados em coordenadas geodésicas sexagesimais, e sim em coordenadas planas.

Os problemas de medida de terra e de cálculo de área de terrenos estão presentes ainda hoje no cotidiano e são de muita relevância tanto nas práticas rurais quanto nas urbanas. Como exemplo, tem-se a situação do agricultor que, ao fazer o plantio, muitas vezes precisa estimar a área do terreno, que em muitos casos é de forma irregular. Outro caso é o IPTU – Imposto Predial e Territorial Urbano, que dentre outros fatores, é cobrado em função da área do terreno e da área das benfeitorias construídas. Além desses casos, ainda tem os profissionais da construção civil, os quais lidam com muita frequência com os cálculos de áreas e perímetros, que devem retornar valores extremamente precisos (ao nível do milímetro). As projeções cartográficas podem ser classificadas quanto ao método (geométricas e analíticas), quanto ao aspecto (normal, transversal ou oblíqua), quanto à superfície de projeção (azimutal, cônicas e cilíndricas), quanto ao tipo de contato entre a superfície de referência e a projeção (Tangente ou Secante) e ainda, quanto as propriedades especiais das projeções, que podem ser segundo Richardus e Adler (1972): Conforme (não deforma os ângulos), equivalente (não deforma as áreas, assim sacrificando a forma), equidistante (não apresentam deformações lineares em uma dada direção). Nas projeções afiláticas, as transformações matemáticas são desenvolvidas de forma a minimizar as deformações nas áreas e

nos ângulos. Também são conhecidas como projeções de erros mínimos (Mailing, 1992). As projeções azimutais não deformam os azimutes, destinando-se a mapas especiais com fins náuticos e aeronáuticos.

Este trabalho tem como premissa sugerir os métodos, formas de análise e exposição dos resultados mostrando a aplicabilidade e restrições de cada sistema de projeção cartográfica mais usada em mapeamentos UTM, Local Transversa de Mercator LTM, Regional transversa de mercator RTM, e PTL, verificar qual melhor representa uma determinada parcela rural em determinadas condições, podendo ser representada com a melhor qualidade possível.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Testar as projeção cartográficas do Sistema Transverso de Mercator (TM) e Plano Topográfico Local (PTL) para analisar a diferença entre os valores de perímetro e área entre elas.

2.2 Específicos

- Avaliar os tipos de sistemas de coordenadas (projeções cartográficas), convencionais ou não, que podem ser usados;
- Transformar coordenadas geodésicas em coordenadas plano retangulares por rotações e translações;
- Analisar quais projeções de superfície melhor representam os mapas;
- Definir o tipo de levantamento mais adequado para o georreferenciamento da área;
- Calcular áreas e perímetros de terrenos irregulares usando métodos computacionais e formulações geométricas.

3 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA

As projeções cartográficas nasceram da necessidade de representar a superfície terrestre em uma superfície plana. Segundo Libault (1975) a definição universal de projeção cartográfica seria a correspondência matemática entre as coordenadas plano-retangulares e as coordenadas esferoidais da Terra.

Qualquer área na superfície curva da Terra só poderá ser representada por um mapa, carta ou planta, em uma superfície plana, por meio de uma anamorfose, ou seja, o deslocamento dos pontos na superfície curva até que estes coincidam com uma superfície plana. Desta forma, a área representada será deformada, sendo que este efeito não pode ser evitado. O que se pode fazer é minimizar os efeitos destas deformações por meio do conhecimento do grau de erro que pode resultar na utilização de determinado sistema de projeção cartográfica.

3.1 Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)

É uma das mais usuais, sendo um caso particular da projeção transversa conforme de Mercator. Trata-se de uma projeção cilíndrica modificada, que é secante. Este sistema de projeção cartográfica é muito utilizado em serviços geodésicos militares brasileiros.

As características principais do sistema UTM são: Divide o globo em 60 zonas longitudinais de 6 graus; preserva ângulos (conforme), mas distorce áreas e distâncias em grande extensões; Constantes aditivas para a abscissa de $X = 500.000$ m (no meridiano central) e para a ordenada $Y = 10.000.000$ m (no equador).

3.2 Projeção Regional Transversa de Mercator (RTM)

Foi concebido para mapeamento em escalas intermediárias entre o sistema UTM e LTM, também podendo ser utilizado em áreas cuja localidade está entre dois fusos do sistema LTM. Características principais: Fusos de 2° de amplitude, desta forma, limitado por meridianos nas longitudes pares com o Meridiano Central, e nos meridianos de longitude ímpares (49°; 51°; 53° ...); Constantes aditivas para a

abscissa de $X = 400.000$ m (no meridiano central) e para a ordenada de $Y = 5.000.000$ m (no equador).

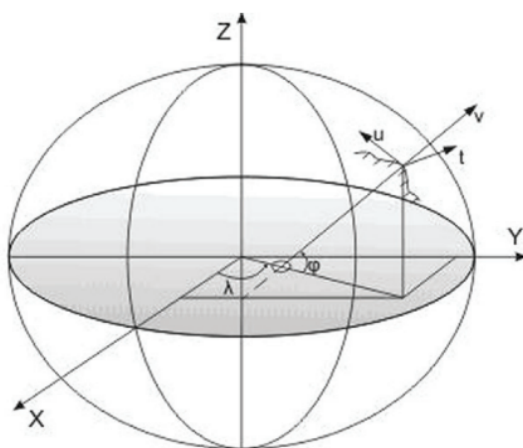
3.3 Projeção Local Transversa de Mercator (LTM)

Foi desenvolvida para mapeamento em grandes escalas e em áreas pequenas onde as distâncias do levantamento topográfico são obtidas por estações totais de médio e pequeno porte, com levantamento que parte de redes apoiadas em pontos determinados por GPS ou adensamento das coordenadas planas no sistema UTM. Características principais: Fusos de 1° de amplitude, desta forma, limitado por meridianos nas longitudes inteiras com Meridiano Central nos meridianos de longitude intermediária ($49^\circ 30'$; $50^\circ 30'$; ...); Constantes aditivas para a abscissa de $X = 200.000$ m (no meridiano central) e para a ordenada de $Y = 5.000.000$ m (no equador).

3.4 O Plano Topográfico Local (PTL)

O plano topográfico local desconsidera a curvatura da terra e é perpendicular à vertical do lugar no ponto da superfície terrestre considerado como origem do sistema, como mostra a Figura 1 (onde t , u e v são as coordenadas topográficas transformadas no PTL). Nessa simplificação, não se observam os erros sistemáticos provenientes da desconsideração da curvatura terrestre e do desvio da vertical. Esse plano também pode ser estabelecido em função da normal ao elipsóide.

Figura 1: Elipsóide e coordenadas



Fonte: Gaea (2009, p. 54).

3.5 Real Time Kinematic (RTK)

Dentre os diversos métodos utilizados na determinação de coordenadas a partir dos sistemas de posicionamento baseados em satélites artificiais, como o *Global Navigation Satellite System* (GNSS), existe o método de posicionamento que permite obter alta precisão e produtividade. Tal método é chamado de RTK (traduzido do inglês, cinemático em tempo real). Também são utilizados dois receptores, no qual um deles é estacionário e é chamado de “estação base” (geralmente fica em um ponto de coordenadas conhecidas), o outro é o “rover”, e fica junto ao usuário executando a coleta de dados. A estação base fica constantemente calculando correções em relação às coordenadas do ponto em que está estacionada mede erros e tais correções são transmitidas para o rover em tempo real. A ideia é simples, mas a matemática não, por isso utilizamos de equipamentos que fazem todos estes cálculos automaticamente. Todo o sistema de posicionamento GNSS baseia-se em medir quanto tempo o sinal leva para chegar de um satélite para o receptor e determinar sua posição no planeta. Contudo, os satélites orbitam a aproximadamente 20.000 km acima da superfície da Terra. Nesse caminho, os sinais transmitidos viajam através da atmosfera e são abrandados e perturbados, principalmente quando passam pela ionosfera e troposfera. Por exemplo, o tempo de viagem em um dia nublado e em condições de céu claro é diferente devido às condições da atmosfera. Muitos fatores podem aumentar o erro no posicionamento GNSS, mas geralmente podemos assumir que essas causas não mudam muito em uma mesma área e o sistema trabalha de forma satisfatória para nos guiar em uma viagem de carro, por exemplo.

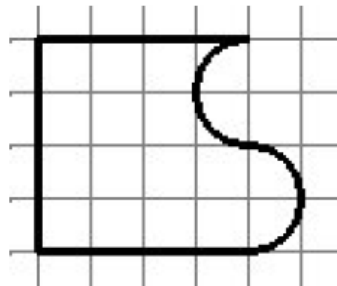
3.6 Área e Perímetro

Por meio da história da matemática, sabe-se também que as civilizações antigas obtiveram várias fórmulas para o cálculo de área de várias figuras, sendo algumas com precisão e outras aproximadas. A comparação de áreas enfrentaram alguns problemas teóricos no decorrer da história relacionados às unidades de medidas. Em muitos casos, para decidir se uma superfície tem área igual a outra é necessário atribuir números a essas áreas. Do mesmo modo, para classificar como maior ou menor e até para construir superfícies de acordo com critérios relativos à

área, isso também é necessário. Surge, assim, a necessidade de unidades padrão. O conceito de área e o processo de medir área do ponto de vista da estrutura matemática, segundo Bellemain & Lima (2001), “tem como ponto de partida a definição de uma função (f), dita função área, num conjunto de superfícies, assumindo valores no conjunto dos números reais não negativos” (p.2 grifo de L. Baldini). Esses autores relatam ainda que existem três propriedades julgadas essenciais para caracterizar a grandeza área, que são:

- Positividade: uma figura que possua interior não vazio tem área positiva;

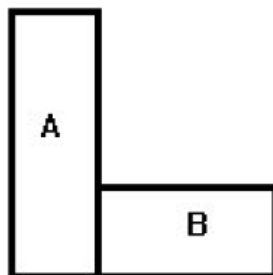
Figura 2: Positividade



Fonte: Bellemain & Lima (2001)

- Aditividade: se duas figuras A e B têm em comuns pontos de suas fronteiras, então a área da figura $A \cup B$ (A união de B) é a soma da área A com a área B;

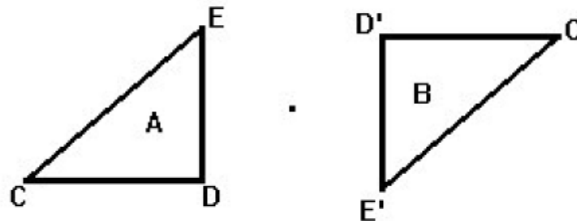
Figura 3: Aditividade



Fonte: Bellemain & Lima (2001)

- Invariância por isometrias: se uma figura plana A é transformada em outra, B, de modo que a distância entre dois pontos quaisquer de A fica inalterado em B, então A e B têm a mesma área.

Figura 4: Invariância por isometrias

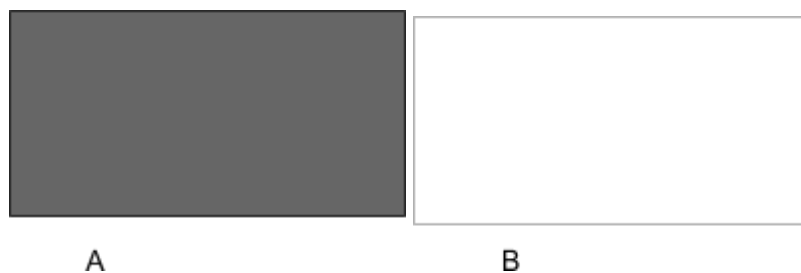


Fonte: Bellemain & Lima (2001)

Baltar (1996) classificou a diferença entre área e perímetro sob quatro pontos de vista diferentes:

- Topológico: os conceitos de área e de perímetro correspondem a objetos geométricos distintos, a área sendo associada a superfície e o perímetro ao contorno;

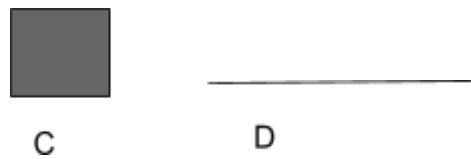
Figura 5: Topologia



No exemplo A, a superfície que corresponde à área foi destacada de cinza; e no exemplo B, o destaque de cinza foi dado ao seu contorno, o perímetro do desenho.

- Dimensional: uma superfície e seu contorno são objetos matemáticos de naturezas distintas no que diz respeito às dimensões, o que traz conseqüências imediatas sobre o uso das unidades adaptadas à expressão das medidas de área e perímetro;

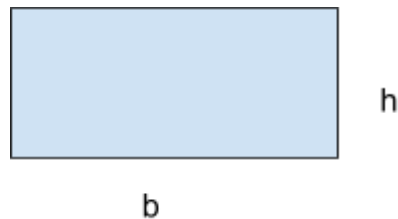
Figura 6: Dimensional



O exemplo C é bidimensional, ou seja, tem duas dimensões e é adequada para o cálculo de áreas. O exemplo D é unidimensional, ou seja, possui uma única dimensão, adequada para o cálculo de perímetro.

- Computacional: corresponde à aquisição das fórmulas de área e perímetro de figuras usuais;

Figura 7: Computacional



$$\text{Área} = b \cdot h$$

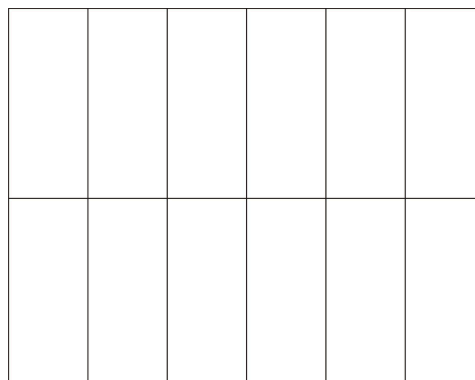
$$\text{Perímetro} = b + b + h + h = 2b + 2h$$

- Variacional: consiste na aceitação de que área e perímetro não variam necessariamente no mesmo sentido, de que superfícies de mesma área podem ter perímetros distintos e vice-versa.

a)

$$\text{Área} = 12 \text{ u}^2$$

$$\text{Perímetro} = 16 \text{ u}$$

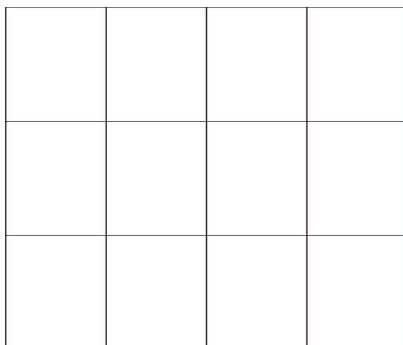
Figura 8: Polígono com área 12 u^2 e perímetro 16 u 

b)

$$\text{Área} = 12 \text{ u}^2$$

$$\text{Perímetro} = 14 \text{ u}$$

Figura 9: Polígono com área 12 u^2 e perímetro 14 u



As figuras apresentadas (a e b) são exemplos de superfícies que possuem mesma área e perímetros diferentes. Como se pode observar, as questões de área devem ser tratadas tanto do ponto de vista geométrico quanto do ponto de vista numérico. A articulação entre essas abordagens tornará o estudo de área mais significativo para o aluno, favorecendo dessa forma a ausência das dificuldades conceituais muito observadas nas pesquisas relacionadas com área e perímetro.

3.7 Outros conceitos

A organização dos dados em um produto cartográfico (mapa) corrobora com a descrição de cada característica e de que tipo de coordenadas foram utilizadas, descritas através de cartas temáticas ou topográficas e um memorial descritivo.

Dá-se a identificação do imóvel por intermédio de memorial descritivo da área, assinado pelo profissional habilitado responsável, acompanhado da Anotação de Responsabilidade Técnica – ART, sendo necessário conter as coordenadas dos vértices dos limites dos imóveis rurais, georreferenciadas no Sistema Geodésico Brasileiro, e atendendo a precisão posicional exigida pela norma do INCRA. Esse processo de certificação assegura a confiabilidade geométrica na descrição e definição dos limites do imóvel, assim evitando possíveis conflitos de posse da Terra por sobreposição de propriedades entre lindeiros (A.E.Erdes; M.B.da Rosa; R.E.Richter, 2022, p. 16).

A lei 10.267 art.225 §3º Nos autos judiciais que versem sobre imóveis rurais, a localização, os limites e as confrontações serão obtidos 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, geo-referenciadas 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."(NR)

4 METODOLOGIA

O trabalho baseia-se na gestão de propriedade rural georreferenciada, usando sistemas de projeção cartográfica, transformação de coordenadas, geoprocessamento de dados, e conceitos de área e perímetro.

Figura 10: Área pré pesquisada



Fonte: Google 2024

Iniciou-se o trabalho pela pesquisa da área de interesse onde seria possível aplicar em prática os conhecimentos do curso para implantação de um georreferenciamento, encontrou-se assim uma área de mais de 500 hectares, na localidade entre Itaqui e Maçambará, denominada Fazenda Santa Eulália. Fez-se uma visita prévia para ver questões de relevo e tempo de deslocamento dentro da área, e disponibilidade do proprietário em ceder o local para esse estudo. Foi de extrema importância a pesquisa prévia, pois só olhando pelo mapa não obteve-se a dimensão real e nem noção de possíveis imprevistos, na Figura 10, verificou-se a localidade descrita por terceiros onde serviu apenas para chegar ao local de fato.

Com a confirmação do arrendatário da propriedade pode-se começar o trabalho, seguindo a **Padronização de Marcos Geodésicos (2008)**, estipulou-se o tamanho e profundidade do marco no terreno, por se tratar de uma área agrícola foi necessário analisar também o melhor local para nenhum possível dano, por conta de máquinas agrícolas e interferências no uso do RTK, havendo no local rede elétrica o que poderia causar interferência na recepção do sinal. Em virtude desses elementos

optou-se por instalar o marco ao lado de um pluviômetro já presente no local, conforme a Figura 11. Todas as decisões devidamente informadas e aprovadas pelo arrendatário, mesmo sendo um marco pequeno e próximo ao solo.

Figura 11: Local de implantação do marco



Fonte: Fotografia do autor

Fixou-se acima do marco um parafuso de 5mm de chave allen, para coleta precisa do ponto base acima do marco, como observa-se na Figura 12, o aperto desse se deu no local.

Figura 12: Fixação do parafuso acima do marco



Fonte: Fotografia do autor

Logo após foi nivelado e posicionado o marco no buraco de 40 cm de profundidade, onde aterrou-se com algumas rochas e o próprio solo que havia-se retirado como mostra na Figura 13, tentando deixar o mais nivelado possível a estrutura do marco.

Figura 13: Posicionamento do marco



Fonte: Fotografia do autor

Como se sabe que o marco tem cor laranja específica definida, repinta-se ao final da implantação novamente com a tonalidade mais destacada como mostra a Figura 14, assim evitando possíveis confusões por parte de outros serviços, e dando melhor acabamento no trabalho com a cor laranja Royal.

Figura 14: Repintura de destaque do marco, para melhor visualização conforme as normas



Fonte: Fotografia do autor

Para os trabalhos foi utilizado um par de receptores GNSS da marca FoiF, modelo A90 com 800 canais para a recepção simultânea dos sinais das constelações do sistema NAVSTAR/GPS, Glonass, Galileo e Beidou, com precisão nominal de $\pm 2,5$ mm + 1ppm horizontal e ± 5 mm + 1 ppm vertical para dados pós-processados e ± 8 mm + 1ppm horizontal e ± 15 mm + 1ppm vertical para o modo RTK. Começou-se então a coleta do ponto inicial como mostra na Figura 15, através da coletora RTK usando o aplicativo interno FoiFPad, para isso utilizou-se o método de coordenadas de navegação, pois não tínhamos as coordenadas pós-processadas

ainda, ou seja nenhum ponto conhecido. Deixou-se o equipamento fazendo uma leitura através dos satélites disponíveis naquele momento por 15 a 20 minutos, esse seria o tempo do equipamento reconhecer o satélite e fazer a conexão com o equipamento.

Figura 15: Coleta do ponto inicial, através do RTK



Fonte: Fotografia do autor

Partindo do ponto inicial em sentido anti-horário, começou-se a coleta dos pontos do nosso perímetro com o rover (base RTK móvel) como mostra a Figura 16, onde ao total coletou-se 42 pontos, totalizando 187 hectares e mais de 6 mil metros de perímetro, que serviu para comparar a precisão dos dados da matrícula original.

Figura 16: Coleta dos pontos da área de estudo



Fonte: Fotografia do autor

Importante salientar que não havia informação de nenhum georreferenciamento nessa área até aquele momento, posteriormente contactou-se o proprietário da Fazenda onde ele se mostrou muito interessado pelo nosso trabalho e relatou que arrendou parte de sua propriedade e uma parte fica para seu lazer, aquela área possuía um georreferenciamento, então com esses novos dados pode-se comparar nosso levantamento de pontos com a matrícula, observando-se uma diferença de no máximo 20 cm ao longo da cerca a Oeste, por algumas diferenças de método para implantação da cerca, podendo ser considerado um bom levantamento dos pontos com o RTK.

Figura 17: Equipe executora da verificação do georreferenciamento



Fonte: Fotografia do autor

Com a coleta dos pontos, descarrega-se a base RTK e sua coletora no computador, onde foi obtido em formato RINEX as informações; só então conseguiu-se corrigir o ponto inicial que foi utilizado as coordenadas de navegação, essa correção foi feita no (TopconTools) usando a RBMC conhecida de Alegrete (RSAL) código internacional 94048, e uma da rede argentina RAMSAC, de Paso de los Libres (PACO), código internacional 99822; criando assim uma triangulação entre as referências.

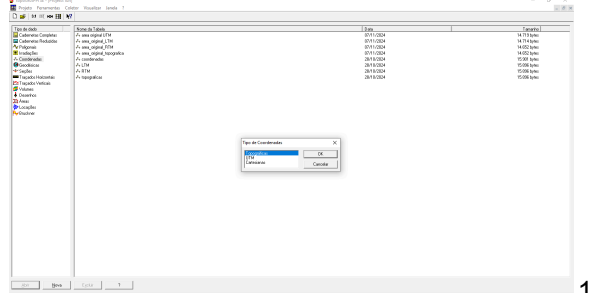
Após teve-se que calcular a latitude e longitude para UTM, RTM, LTM, e transformar de UTM para PTL (Plano topográfico local) para melhor atender nossa região; esses processos foram feitos todos no Calc como mostrado na Figura 18.

Figura 18: Transformação de dados coletados

DATUM		PLANILHA DE CALCULO														
SIRGAS2000		Vértice		Coordenadas UTM		Distância		Azimute UTM		Azimute Topográfico		Distância		Coordenadas Topográficas		
Elipsóide: GR850		E	N	UTM	Decimal	Decimal	Decimal	Decimal	Topográfica	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)			
a	b	P11	574227,0716	6782247,86987	2563,426	10,94671809	10	56	48,185	10,57802138	10	34	40,877	2,584,318	150,470,743	252,520,740
6.378.137,000	6.356.752,314	P12	574295,6658	6782219,44806	2549,586	12,58167064	12	34	54,014	12,21297393	12	12	46,706	2,550,472	150,539,542	252,492,750
MC (UTM) =>	-57°	P13	574301,4378	6782217,34851	2548,801	12,71858733	12	43	6,914	12,34989062	12	26	59,606	2,549,687	150,545,330	252,490,687
BASE		P14	574302,8941	6782216,78506	2548,572	12,75331189	12	45	11,923	12,38461518	12	23	4,615	2,549,459	150,546,790	252,490,133
Coordenadas UTM - BASE		P15	575300,4707	6781845,27556	2627,540	36,42579169	36	25	32,850	36,05709498	36	3	25,542	2,628,451	151,547,083	252,124,921
E	N	P16	575052,4029	6781238,43917	1998,439	41,03883308	41	2	19,799	40,67019637	40	40	12,491	1,999,133	151,302,841	251,516,290
573.740,287	6.779.731,087	P17	574798,5908	6780617,35383	1380,390	121,419283	121	3	20,949	49,68712236	49	41	13,640	1,380,869	151,052,944	250,893,309
Coordenadas Topográficas		P18	574297,2564	6779390,85411	652,666	121,419283	121	25	9,419	121,0505862	121	3	2,110	652,893	150,559,342	249,663,241
X	Y	P19	574140,3559	6779006,86031	827,381	151,0833682	151	5	0,125	150,7146715	150	42	52,817	827,669	150,404,862	249,278,112
150.000,000	250.000,000	P10	573818,312	6779165,17229	571,268	172,1498861	172	8	59,590	171,7811894	171	46	52,282	571,467	150,081,693	249,434,402
Angulo de rotação		P11	573694,5532	6778926,20354	806,182	183,2520739	183	15	7,466	182,8833772	182	53	0,158	806,463	149,959,432	249,194,558
Altitude média		P12	573002,3802	6779245,00771	883,617	236,6260156	236	37	33,656	236,2573189	236	15	26,348	883,926	149,264,980	249,509,011
°	Decimal	P13	572890,5739	6779314,88717	282,248	244,9302268	244	55	48,817	244,5615301	244	33	41,508	982,591	149,112,674	249,577,936
16	58	13,230	16,9703417	95,091	1450,503	262,2922545	262	17	32,116	261,9235578	261	55	24,808	1,451,010	148,563,382	249,796,142
Angulo a ser utilizado:		P14	572302,8892	6779536,54532	1444,758	262,5360256	262	32	9,692	262,1673289	262	10	2,384	1,445,263	148,568,221	249,803,039
Convergência meridiana		P15	572307,7707	6779543,40891	1052,682	294,3888072	294	23	19,706	294,0201105	294	1	12,398	1,053,050	149,038,141	250,428,652
		P16	572781,5415	6780165,76743	2375,766	2,449875349	2	26	59,551	2,081178638	2	4	52,243	2,376,594	150,086,307	252,375,026
		P17	573841,84	6782104,682												

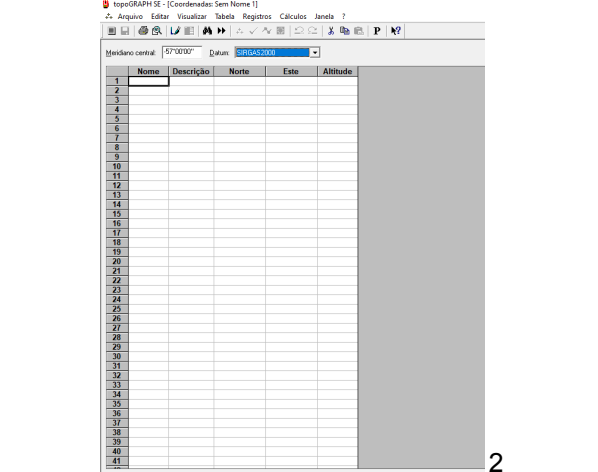
Fonte: Adaptações do autor no LibreOffice Calc

QUADRO 1: Processos no TopoGRAPH SE



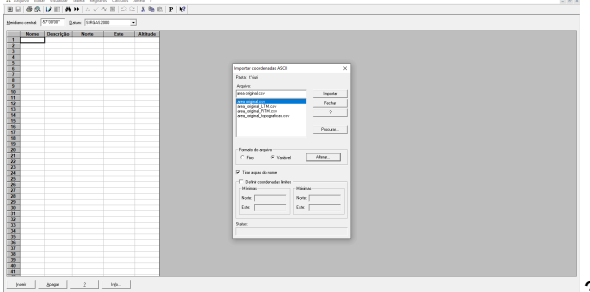
1

Interface de abertura do software que processou-se as informações, selecionando (coordenadas)



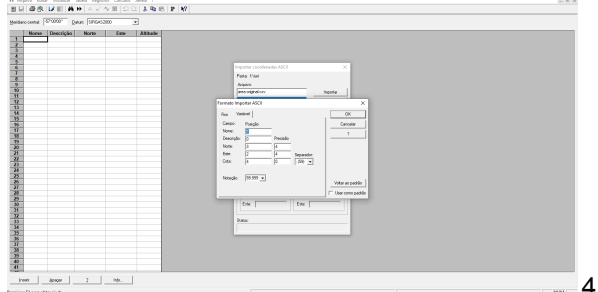
2

Configurou-se os parâmetros de cartografia necessários



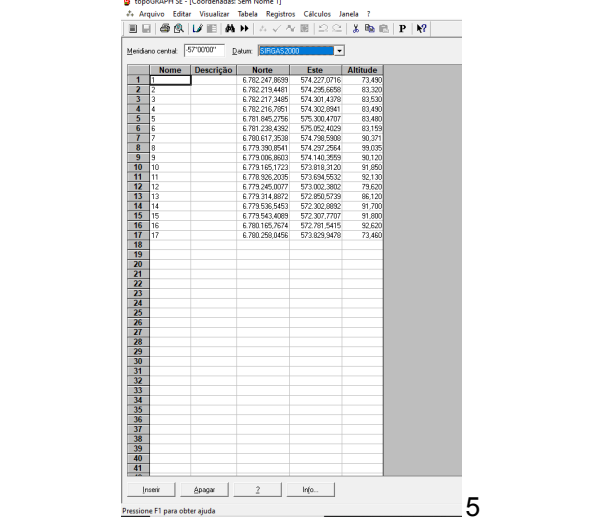
3

Importou-se o arquivo csv para ASCII, mas antes



4

Informou-se ao software como está organizado o arquivo csv



5

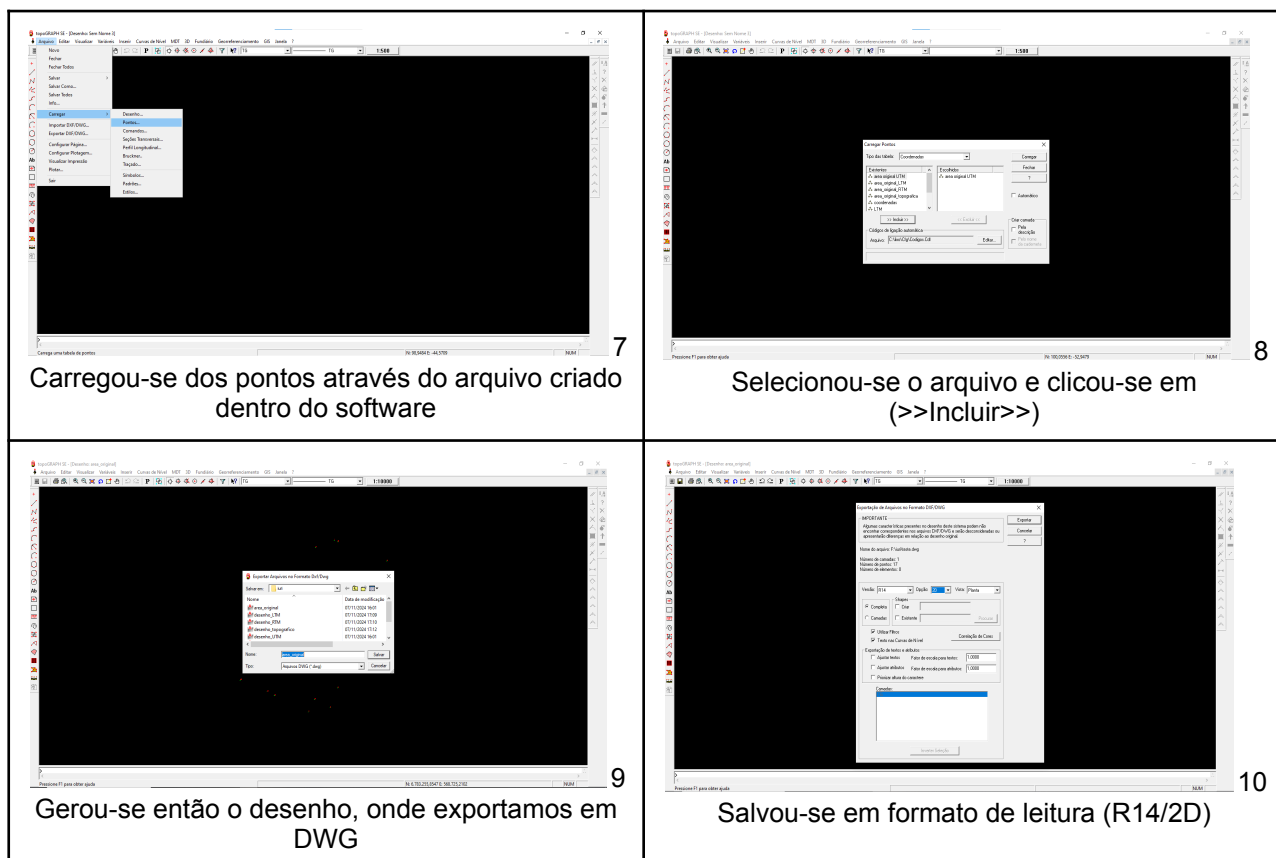
Teve-se então os dados processados e organizados como o próximo processo necessita

Nome	Descrição	Norte	Este	Altitude
1		6.782.247.80591	574.227.2716	73.490
2		6.782.219.44811	574.295.6806	83.320
3		6.782.217.34685	574.301.4379	83.530
4		6.782.216.7951	574.302.5941	83.490
5		6.781.946.2796	576.300.4707	83.490
6		6.781.238.4482	576.092.4029	83.150
7		6.780.617.3538	574.798.5989	80.371
8		6.779.983.8541	574.297.5564	89.039
9		6.779.606.8803	574.146.5995	80.120
10		6.779.165.1723	573.818.3120	91.850
11		6.778.926.2035	573.094.9532	82.130
12		6.779.246.0077	573.002.3802	79.620
13		6.779.314.8872	572.850.5729	86.120
14		6.779.936.8653	572.902.8990	91.700
15		6.775.543.8089	572.307.7707	91.800
16		6.780.165.9074	572.781.5470	82.620
17		6.780.259.0456	572.629.3470	74.460



6

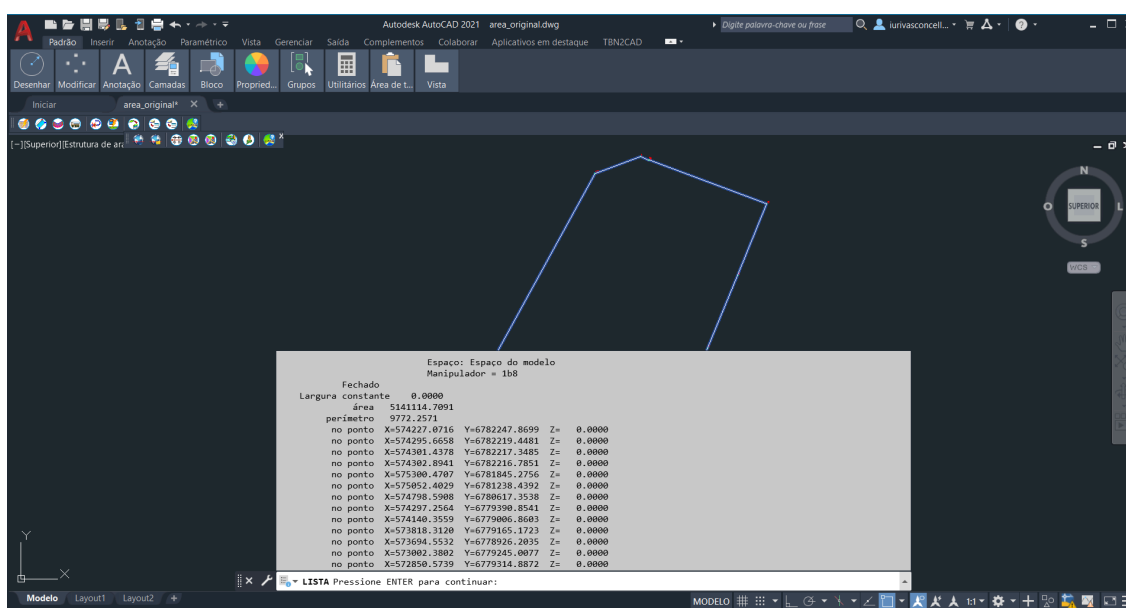
Selecionando (desenho)



Fonte: Adaptações do autor no TopoGRAPH 98 SE

Depois de todos esses processos obteve-se o perímetro com as coordenadas já corrigidas e podemos ver algumas diferenças entre a matrícula original e a área representada como mostra a Figura 19.

Figura 19: Dados processados e reprojutados para PTL



Fonte: Adaptações do autor no Autodesk AutoCAD 2021

5 APRESENTAÇÃO DA PESQUISA E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Comparou-se o perímetro original com o levantado como mostra a Figura 21, estimando a precisão dos pontos calculados chegando ao resultado de 0,0004% de distorção, isso mostra que a utilização de um plano topográfico local é com base nas normas de georreferenciamento melhor que a projeção TM para determinações de coordenadas em um ponto específico.

Figura 20: Área original da matrícula

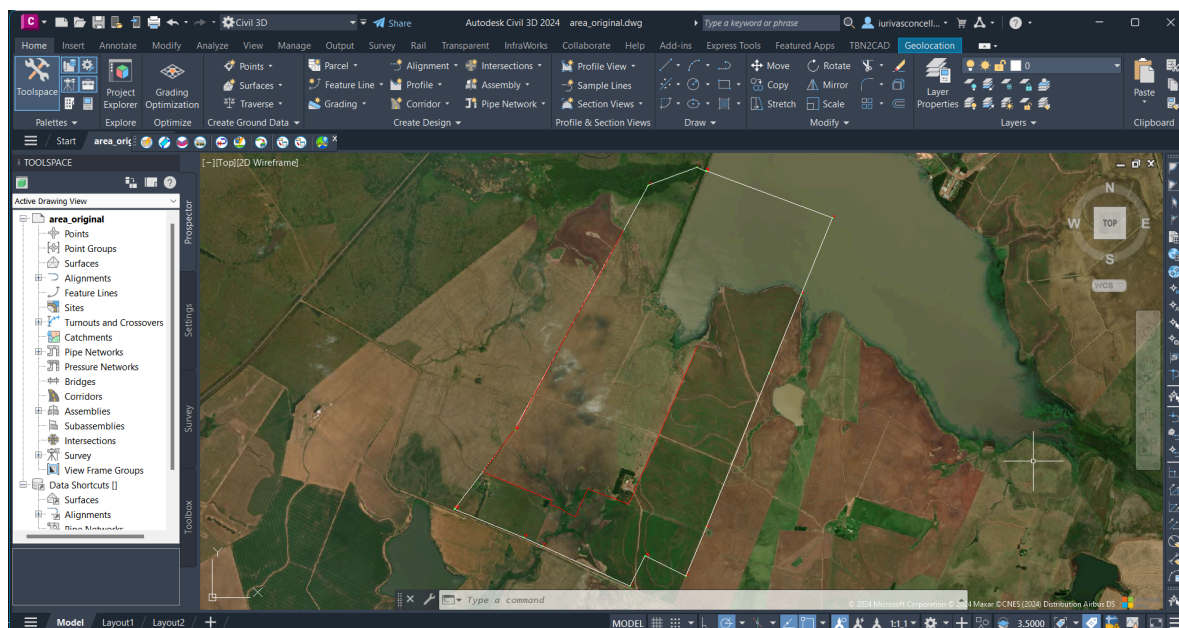


Fonte: Google 2024

Tabela 1: Áreas determinadas para cada sistema de projeção cartográfica foram:

PTL	Área	5.144.694,3807 m ²	Perímetro	9.775,6577 m
UTM	Área	5.141.114,7091 m ²	Perímetro	9.772,2571 m
RTM	Área	5.145.178,4449 m ²	Perímetro	9.776,1186 m
LTM	Área	5.144.565,9749 m ²	Perímetro	9.775,5364 m

Figura 21: Área original da matrícula mais área de estudo



Fonte: Adaptações do autor no Autodesk Civil 3D 2024

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar os dados do trabalho pode-se perceber qual método de representação gráfica melhor atende a esse levantamento, o que facilitará na preparação dos dados e produtos cartográficos. Analisa-se também pode-se efetuar readequações de coordenadas conhecidas ou alterações de método de levantamento. O georreferenciamento da área de estudo ajuda na gestão de recursos além de melhor utilização do espaço, estabelecido por um sistema de referência geodésico único, que norteará investimentos além de contribuir para a construção de uma base de informações econômicas (valor da parcela) de outras aplicações. Pode-se também fomentar o estabelecimento de indústrias, outras microempresas e também fomentar o plano diretor em ambiente urbano, por meio de dados precisos e confiáveis. Embora os vários sistemas cartográficos bons para determinados casos, para nossa aplicação o sistema melhor seria o elipsoidal (lat/long) pois representa fielmente a curvatura da Terra, porém, os cálculos são muito complexos, principalmente da área. O PTL se aproxima mais, por ser uma projeção tangente local. Sistemas (TM) são inadequados, pois só servem para a representação cartográfica. No entanto, os sistemas RTM e LTM podem ser próximos ao PTL, enquanto o UTM é, em geral, inadequado. Para os sistemas TM, também depende da posição da área no fuso; pois pode estar mais perto do ponto de secância.

7 REFERÊNCIAS

A.A. Soares. GPS, sistema de coordenadas geográficas e estudo experimental da cinemática do movimento retilíneo. **Revista: A Física na Escola**, UFSCAR-Sorocaba: volume 21: n. 9p, 2023.

A.E.Erdes, M.B.da Rosa, R.E.Richter et al. **Mapeamento para gestão de propriedade rural**. Trabalho de conclusão: Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, UFRGS-Porto Alegre: n. 158p, 2022.

Baltar, P. M. **Enseignement et apprentissage de la notion d'aire de surfaces planes: une étude de l'dissociation aire/perimetre pour des rectangles**. Petit x, n° 34, p. 5-29, 1996.

Bellemain, P. M. B. & Lima, P.F. **Análises prévias a concepção de uma engenharia de formação continuada para professores de matemática do ensino fundamental**. Texto apresentado no ENEM - Encontro Nacional de Educação Matemática, 2001.

D.C.da Silva. Sistema de Projeção Transversa de Mercator no georreferenciamento de imóveis rurais. In: IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2012, **Anais** UFPE-Pernambuco: Programa de pós- graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2012. p. 001-007.

E.Nicácio, R.Dalazoana. O emprego da Solução do Problema de Valor de Contorno da Geodésia à Vinculação Nacional a um Sistema Vertical de Referência Global: uma Revisão Conceitual. **Revista Brasileira de Cartografia**, Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná: n. 27p, 2019.

G.L. Dal'forno, J.Aguirre, F.L.Hillebrand, F.de V.Gregório. Transformação de coordenadas geodésicas em coordenadas no plano topográfico local pelos métodos da norma NBR14166: 1998 e o de rotações e translações. In: III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2010, **Anais** UFSM-Santa Maria: Programa de pós- graduação em Geomática, 2010. p. 001-007.

G. L. Dalforno, M. I. R. Sampaio, A. J. Aguirre, F. L. Hillebrand. Levantamento planialtimétrico no plano topográfico local: estudo comparativo dos resultados obtidos a partir de métodos geodésicos e topográficos, **Gaea - Journal of Geoscience**: vol 5: n. 9p, 2009.

L. Baldini. **Construção do Conceito de Área e Perímetro: Uma Seqüência Didática Com Auxílio de Software de Geometria Dinâmica**. Dissertação de Mestrado: Ensino de Ciências e Educação Matemática, UEL-Londrina: n. 211p, 2004.

Libault. A, (Ed.) Nacional, **Geocartografia - Raridade**. Universidade do Texas, 1975. n. 388p. Disponível em: <<https://www.estantevirtual.com.br/busca/geocartografia>>. Acesso em 10 dez 2024, 17:04:30.

Lucas Eventos Ltda. **Curso de Especialização em Agrimensura, Módulo 9: Sistemas de coordenadas UTM,RTM e LTM**. Mantenedora da Escola Brasileira de Agrimensura. Criciúma, n. 91p.

Peisheng Zhao, Theodor Foerster, Peng Yue et al. **The Geoprocessing Web**. ScienceDirect: Computadores e Geociências volume 47: n. 12p, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13133: Execução de levantamento topográfico**. São Paulo, 2021. Disponível em : <<https://www.abntcatalogo.com.br/>>. Acesso em 01 nov 2024, 22:00:35.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14166: Rede de referência cadastral municipal**. São Paulo, 2022. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/>>. Acesso em 01 nov 2024, 23:42:30.

BRASIL. Lei nº 10.267, de 28 de agosto de 2001. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos: seção 3, Brasília, DF, ano 2001, n.10267. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10267.htm>. Acesso em 02 dez 2024, 23:40:30.

DGC – Diretoria de Geociências CGED – Coordenação de Geodésia: Padronização de Marcos Geodésicos, 2008. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/metodos-e-outros-documentos-de-referencia/normas/16466-padronizacao-de-marcos-geodesicos.html>>. Acesso em: 12 nov 2024, 11:10:30.

INCRA- Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária: Georreferenciamento de Imóveis Rurais. Brasília, 2023. Disponível em:<https://sigef.incra.gov.br/static/documentos/norma_tecnica_georreferenciamento_imoveis_rurais_3ed.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2024, 17:25:30.

ANEXOS

Anexo 1



CERTIDÃO

CNM: 09821.2.0018531-06

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
COMARCA DE ITAQUI
OFÍCIO DE REGISTRO DE IMÓVEIS DE ITAQUI
Registrador

Página 1 de 5

CERTIFICO, usando a faculdade que me confere a Lei e por assim ter sido pedido, que revendo neste Ofício, o Livro nº 2 - Registro Geral, verifiquei constar na matrícula o seguinte teor:



OFÍCIO DO REGISTRO DE IMÓVEIS

ITAQUI

Livro Nº 2 - Registro Geral

fls. 001 Matrícula

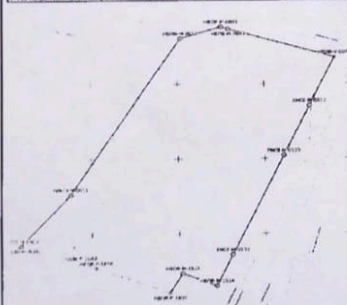
Itaqui (RS), 17 de novembro de 2020

18.531

matrícula

IMÓVEL: FAZENDA SANTA EULÁLIA II, localizada na Sesmaria Ramão de Abreu, 2º distrito do município de Maçambará-RS, com área de **514,4666ha**, identificado pelas coordenadas geográficas (longitude, latitude e altitude), azimutes (expressos em graus, minutos e segundos), distâncias (expressas em metros) e confrontações, extraídos do memorial descritivo obtido junto ao Sistema de Gestão Fundiária - SIGEF/INCRA, a saber: "O perímetro tem início no:

DESCRÇÃO DA PARCELA						SEGMENTO VANTE	Confrontações
VÉRTICE							
Código	Longitude	Latitude	Alt.(m)	Código	Azimute	Dist.(m)	
HB0B-M-0601	-56°14'14.280"	-29°05'09.542"	73.49	HB0B-M-0602	112°08'	74.22	GRANJA SÃO JOÃO
HB0B-M-0602	-56°14'11.716"	-29°05'10.451"	83.32	HB0B-M-0603	109°36'	6.14	GRANJA SÃO JOÃO
HB0B-M-0603	-56°14'11.502"	-29°05'10.518"	83.53	HB0B-M-0604	110°46'	1.55	GRANJA SÃO JOÃO
HB0B-M-0604	-56°14'11.448"	-29°05'10.536"	83.49	HB0B-V-0070	110°03'	1064.87	GRANJA SÃO JOÃO
HB0B-V-0070	-56°13'34.459"	-29°05'22.395"	83.48	ENCE-M-0113	201°51'	655.81	FAZENDA ABUSO
ENCE-M-0113	-56°13'43.488"	-29°05'42.184"	83.159	ENCE-M-0133	201°51'	671.18	FAZENDA ABUSO
ENCE-M-0133	-56°14'10.975"	-29°06'02.397"	90.371	ENCE-M-0132	201°51'	1325.46	FAZENDA ABUSO
ENCE-M-0132	-56°14'10.975"	-29°06'42.352"	99.035	HB0B-M-1514	201°51'	414.96	FAZENDA ABUSO
HB0B-M-1514	-56°14'16.692"	-29°06'54.861"	90.12	HB0B-M-1515	295°48'	358.98	ROGERIO DIAS BERTIN - CPF: 540.420.700-00
HB0B-M-1515	-56°14'28.645"	-29°06'49.785"	91.65	HB0B-P-1697	207°00'	269.21	ROGERIO DIAS BERTIN - CPF: 540.420.700-00
HB0B-P-1697	-56°14'33.167"	-29°06'57.575"	92.13	HB0B-P-1698	294°21'	784.33	ESTRADA MUNICIPAL NAO-PAV
HB0B-P-1698	-56°14'58.852"	-29°06'47.361"	79.62	HB0B-P-1699	294°21'	157.18	ESTRADA MUNICIPAL NAO-PAV
HB0B-P-1699	-56°15'04.485"	-29°06'45.122"	86.12	HB0B-M-0609	291°40'	591.05	ESTRADA MUNICIPAL NAO-PAV
HB0B-M-0609	-56°15'24.800"	-29°06'38.033"	91.7	HB0B-M-0610	35°03'	8.43	ESTANCIA VISTA ALTA
HB0B-M-0610	-56°15'24.821"	-29°06'37.809"	91.8	HB0B-M-0611	36°55'	752.44	ESTANCIA VISTA ALTA
HB0B-M-0611	-56°15'07.239"	-29°06'17.491"	92.62	HB0B-M-0612	29°18'	2210.66	ESTANCIA VISTA ALTA
HB0B-M-0612	-56°14'28.475"	-29°05'14.275"	73.46	HB0B-M-0601	69°14'	411.12	ESTANCIA VISTA ALTA



Ponto inicial do perímetro." As coordenadas, os azimutes, as distâncias e o perímetro, foram delimitados com base nas disposições que regulam o Sistema de Gestão Fundiária SIGEF/INCRA, e com Certificação nº **ce2b4c19-4309-4988-979b-19c24e1a0b46**, emitida pelo INCRA em 03/11/2020. Nos termos do art. 22, § 6º, da Lei Federal nº 4.947/66, consigna-se que o referido imóvel está cadastrado junto ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA, de cujo cadastro se extrai os seguintes dados: Número do CCIR: 35387327200; Código do imóvel Rural: 950.041.520.071-0; Denominação do imóvel rural: Fazenda Santa Eulália III - Área total: 193.5941.; Módulo Rural: 60.3096.; Nº de Módulos Rurais: 3,21.;

Continua na Próxima Página

Av. Independência, nº 1264, Centro, Itaqui- RS, CEP: 97.650-000 - Fone: ((55) 3433-1405
E-mail: imoveis@cartoriositaqui.com.br - CERTIDÃO VÁLIDA POR TRINTA (30) DIAS

Fonte: Fotografia do autor, concedida pelo proprietário