

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**

**AROYTO PEREIRA DE SOUSA CARDOSO BACURI**

**O PLANO TOPOGRÁFICO LOCAL COMO SISTEMA DE REFERÊNCIA  
CADASTRAL MUNICIPAL VINCULADO AO SISTEMA GEODÉSICO  
BRASILEIRO**

**Itaqui  
2018**

**AROYTO PEREIRA DE SOUSA CARDOSO BACURI**

**O PLANO TOPOGRÁFICO LOCAL COMO SISTEMA DE REFERÊNCIA  
CADASTRAL MUNICIPAL VINCULADO AO SISTEMA GEODÉSICO  
BRASILEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em 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: Leonard Niero da Silveira  
Coorientadora: Leydimere Janny Cota Oliveira

**Itaqui  
2018**

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) .

B131p Bacuri, Aroyto Pereira de Sousa Cardoso  
O PLANO TOPOGRÁFICO LOCAL COMO SISTEMA DE REFERÊNCIA  
CADASTRAL MUNICIPAL VINCULADO AO SISTEMA GEODÉSICO  
BRASILEIRO / Aroyto Pereira de Sousa Cardoso Bacuri.  
51 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade Federal do Pampa,  
ENGENHARIA CARTOGRÁFICA E DE AGRIMENSURA, 2018.  
"Orientação: Leonard Niero da Silveira".

1. Plano Topográfico Local. 2. Cadastro Técnico Multifinalitário. 3. Sistema  
Geodésico Brasileiro. 4. Topografia.

**AROYTO PEREIRA DE SOUSA CARDOSO BACURI**

**O PLANO TOPOGRÁFICO LOCAL COMO SISTEMA DE REFERÊNCIA  
CADASTRAL MUNICIPAL VINCULADO AO SISTEMA GEODÉSICO  
BRASILEIRO**

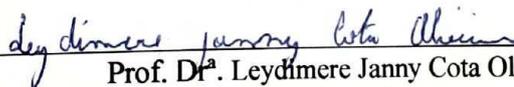
Trabalho de conclusão de curso apresentado e aprovado em: 08 de dezembro de 2018.

Banca examinadora:



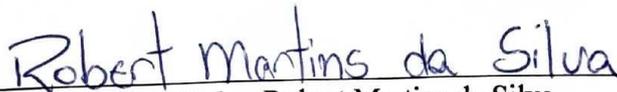
---

Prof. Msc. Leonard Niero da Silveira  
Orientador  
UNIPAMPA – Campus Itaqui



---

Prof. Dr.ª Leydimere Janny Cota Oliveira  
Coorientadora  
UNIPAMPA – Campus Itaqui



---

Prof. Msc. Robert Martins da Silva  
UNIPAMPA – Campus Itaqui

Dedico este trabalho a toda a todos que eu  
tenho muito apreço e contribuíram diretamente  
para que este momento chegasse.

## **AGRADECIMENTO**

Primeiramente a Deus dono de tudo, depois aos meus familiares (Mãe, Pai, Irmã) responsáveis por garantir o meu bem estar e acreditar em mim, a Iara Lis minha mais importante incentivadora, quem primeiro confiou que eu fosse capaz e fez com que todas as portas se abrissem para eu chegar até aqui, aos meus amigos de luta e aos meus orientadores e professores.

“O que não provoca a minha morte faz com que eu fique mais forte”.

Friedrich Nietzsche

## **RESUMO**

O presente trabalho visa demonstrar a importância da criação de um Sistema de Referência Cadastral Municipal (RRCM) para o município de Maçambará, no Estado do Rio Grande do Sul. Para esta finalidade foi criado um Plano Topográfico Local (PTL), sendo que este será o sistema de referência cartográfico principal desta rede, em virtude de o mesmo não apresentar distorções de natureza linear e angular para a finalidade cadastral e de mapeamento visando projetos de obras civis. A rede de referência cadastral foi materializada por meio de dois pilares geodésicos homologados junto ao IBGE além de dez vértices geodésicos distribuídos pelo município em outras áreas de concentração urbana e quarenta e três vértices de apoio no perímetro urbano da cidade de Maçambará. Como complemento do trabalho será também implantando um Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM) mediante o emprego de algumas metodologias que são ferramentas inerentes ao CTM bem como levantamentos cadastrais, geoprocessamento das informações, criação de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), criação de uma metodologia de identificação de unidades imobiliárias e após o levantamento de todas as informações referentes ao município por meio destas ferramentas, será criada uma planta genérica de valores que deverá ser o instrumento utilizado para a aplicação e arrecadação de tributos para o município.

Palavras-Chave: PTL, CTM, Cadastro, SGB, Topografia.

## **ABSTRACT**

The present work aims to demonstrate the importance of the creation of a Municipal Land Registry System (RRCM) the municipality of Maçambará, in the State of Rio Grande do Sul. For this purpose, a Local Land Survey Plan), and this will be the main cartographic reference system of this network, because it does not present distortions of a linear and angular nature for the cadastral and mapping purposes for civil works projects. The cadastral reference network was materialized through two geodetic pillars homologated with the IBGE plus ten geodesic vertices distributed by the municipality in other areas of urban concentration and forty-three support vertices in the urban perimeter of the city of Maçambará. As a complement to the work, it will also implement a Multifinal Technical Register (CTM) using some methodologies that are inherent to the CTM as well as cadastre surveys, geoprocessing of information, creation of a Geographic Information System (GIS), creation of a methodology of identification of real estate units and after the collection of all the information related to the municipality through these tools, a generic value plan will be created that should be the instrument used for the application and collection of taxes for the municipality.

Keywords: PTL, CTM, Register, SGB, Topography.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Transporte de altitude ortométrica por meio da diferença de ondulação geoidal. ..	26
Figura 2 – Localização da área de estudo.....	32
Figura 3 – Pilar geodésico dotado de dispositivo de centragem forçada. ....	34
Figura 4 – Plano Topográfico Local para o município de Maçambará – RS.....	35
Figura 5 – Representação do vértice de adensamento geodésico.....	38
Figura 6 – Vértice de adensamento topográfico.....	39
Figura 7 – Rede geodésica fundamental do município de Maçambará.....	39
Figura 8 – Rede de adensamento topográfico. ....	40

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coordenadas do CPTL. ....	36
Tabela 2 - Coordenadas dos pilares geodésicos e VGs. ....	40
Tabela 3 - Coordenadas dos VTs.....	41
Tabela 4 – Erro linear e diferenças entre as coordenadas oficiais e calculadas. ....	43
Tabela 5 – Parâmetros de transformação calculados.....	43

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

BCCM - Base Cartográfica Cadastral Municipal  
BIC - Boletim de Informações Cadastrais  
CPTL - Centro do Plano Topográfico Local  
CTM - Cadastro Técnico Multifinalitário  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IPTU - Imposto Predial Territorial Urbano  
PGV - Planta Genérica de Valores  
PTL - Plano Topográfico Local  
RRCM - Referência Cadastral Municipal  
SGB - Sistema Geodésico Brasileiro  
SIG - Sistema de Informações Geográficas  
SII - Sistema de Identificação Imobiliária  
UTM - Universal Transverso de Mercator

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2 JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>17</b>
<b>3 OBJETIVOS .....</b>	<b>18</b>
<b>3.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>18</b>
<b>3.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>18</b>
<b>4 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>19</b>
<b>4.1 Plano Topográfico Local – PTL .....</b>	<b>19</b>
<b>4.2 Método das translações e rotações .....</b>	<b>21</b>
<b>4.3 Método de conversão a partir das coordenadas planas UTM.....</b>	<b>22</b>
<b>4.4 Uso do método afim isogonal para determinação de parâmetros de transformação entre sistemas de coordenadas .....</b>	<b>24</b>
<b>4.5 Determinação da altitude ortométrica.....</b>	<b>25</b>
<b>4.6 Rede de Referência Cadastral .....</b>	<b>26</b>
<b>4.7 Estações geodésicas providas de dispositivo de centragem forçada .....</b>	<b>27</b>
<b>4.8 Vértices geodésicos (ou vértices de apoio imediato) e Vértices topográficos de adensamento da rede.....</b>	<b>27</b>
<b>4.9 Projeções Cartográficas .....</b>	<b>28</b>
<b>4.10 Sistema de projeção UTM.....</b>	<b>28</b>
<b>4.11 Base Cartográfica Cadastral Municipal – BCCM .....</b>	<b>28</b>
<b>4.12 Sistema de Identificação Imobiliária – SII.....</b>	<b>29</b>
<b>4.13 Geoprocessamento .....</b>	<b>29</b>
<b>4.14 Sistemas de Informações Geográficas – SIG.....</b>	<b>29</b>
<b>4.15 Planta Genérica de Valores – PGV .....</b>	<b>30</b>
<b>4.16 Imposto Predial Territorial Urbano – IPTU.....</b>	<b>30</b>
<b>4.17 Cadastro Técnico Multifinalitário - CTM.....</b>	<b>30</b>
<b>5 METODOLOGIA.....</b>	<b>32</b>
<b>5.1 Equipamentos utilizados .....</b>	<b>32</b>
<b>5.2 Construção da Rede de apoio aos Levantamentos .....</b>	<b>33</b>
<b>5.3 Transporte de coordenadas geodésicas .....</b>	<b>33</b>
<b>5.4 Criação do PTL.....</b>	<b>35</b>
<b>5.5 Determinação dos parâmetros de transformação.....</b>	<b>36</b>
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>38</b>
<b>7. CONCLUSÕES.....</b>	<b>44</b>

<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXO A – MODELO DE MONOGRAFIA PARA OS VÉRTICES GEODÉSICOS..</b>	<b>48</b>
<b>ANEXO B – MODELO DE MONOGRAFIA PARA OS VÉRTICES TOPOGRÁFICOS</b> <b>.....</b>	<b>49</b>
<b>ANEXO C – RELATÓRIO DE ESTAÇÃO GEODÉSICA 99697 .....</b>	<b>50</b>
<b>ANEXO D – RELATÓRIO DE ESTAÇÃO GEODÉSICA 99698 .....</b>	<b>51</b>

## 1 INTRODUÇÃO

É impossível representar a Terra no plano sem distorções, isso ocorre devido a mesma apresentar um formato que mais se aproxima de um elipsóide, por isso é importante que os projetos sejam analisados e de acordo com a sua finalidade seja adotado um sistema de projeção cartográfica que melhor se ajuste aos padrões de precisão pré-estabelecidos para a obra, evitando que as distorções interfiram nesta precisão.

Em obras de engenharia é comum a ocorrência de erros grosseiros associados a falta de conhecimento sobre projeções cartográficas, fato decorrente da imperícia de quem executa o projeto por desconhecer os procedimentos de determinação e aplicação dos coeficientes correccionais dos efeitos da curvatura terrestre.

No entanto, uma forma de se evitar estes erros, é através de metodologias adequadas para o tipo de projeto que se pretende implementar, podendo desta forma quantificar e analisar os erros que surgirão à medida com que se conclui as etapas do projeto.

Atualmente, o sistema de projeção utilizado para fins de implantação do Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM) conforme a Portaria Nº 511 do Ministério das Cidades é o Universal Transverso de Mercator (UTM), embora não seja o mais recomendado para a criação de bases cartográficas objetivando projetos, pois há a incidência de distorções lineares, principalmente no que concerne à preservação do verdadeiro valor das áreas. Em obras que exigem uma maior precisão para fins de locação, de acordo com Silveira e Rocha (2016), deve-se eliminar as distorções inerentes a transformação de elementos sobre a superfície elipsóidica para a superfície plana, sendo que a melhor opção é a conversão das coordenadas planas UTM em coordenadas plano topográficas locais (levando em consideração a altitude média da região).

Segundo a Portaria 511 do Ministério das Cidades (2009), o CTM utilizará o sistema de projeção (UTM) para o mapeamento do território nacional, até que seja definida uma projeção específica.

O CTM está integrado ao conjunto de melhoramentos públicos de uma área urbana ou rural, e a cobrança de impostos sempre ocorrerá, tendo ou não um sistema de projeção adequado. Comumente percebe-se que os municípios usam documentos desatualizados e informações imprecisas para que sejam calculados os valores dos tributos. O autor Nadolny (2016) define o imposto como sendo a contribuição monetária direta ou indireta, que o poder público exige de cada pessoa física ou jurídica para ocorrer às despesas da administração por serviços não especificados.

Para que as administrações públicas possam planejar e direcionar as suas ações é de vital importância que as mesmas conheçam plenamente o seu território, e o CTM é o suporte principal para esta finalidade, pois, tem se mostrado cada vez mais eficaz por permitir a manipulação e organização espacial de enormes bancos de dados compostos por uma grande quantidade de informações que representam múltiplas aplicações, viabilizando ainda, a sua representação através de mapas temáticos ou outras finalidades cartográficas.

As prefeituras pecam por desconhecer as características espaciais do seu território e realizem seus projetos baseados em estudos e análises equivocadas, prejudicando diretamente qualquer planejamento e aplicações de recursos, sobrecarregando os cofres públicos gerando um endividamento desnecessário e um descontentamento da população em virtude dos impostos que são cobrados de forma inadequada e injusta.

Sabendo que o município de Maçambará não dispõe de um sistema de referência vinculado ao SGB para fins de cobrança de tributos e implantação do CTM, o desenvolvimento do presente trabalho tem como objetivo criar um Plano Topográfico Local (PTL) normatizado segundo a NBR14.166 (ABNT, 1998), com a finalidade de que este sirva de origem para a implantação da Rede de Referência Cadastral Municipal (RRCM) e ainda determinar os parâmetros de transformação entre o SGB e o PTL utilizando o modelo de ajustamento paramétrico da transformação afim isogonal. A RRCM poderá contribuir para à melhoria do sistema de cobrança de tributos e conseqüentemente proporcionar uma base cartográfica e geodésica precisa que dê suporte a quaisquer outros serviços de engenharia que venham a ser implantados no Município.

Com a implantação do PTL, têm-se a possibilidade de garantir que se esteja utilizando um sistema que não se altera com o passar do tempo, porém, caso ocorra uma mudança no sistema de referência geodésico do país, basta apenas que sejam ajustados os parâmetros de transformação entre as coordenadas do SGB e as coordenadas do PTL, não havendo a necessidade de novos levantamentos, tendo em vista que apenas os parâmetros são ajustados quando ocorre a mudança no referencial geodésico, sendo o PTL imutável em áreas geologicamente estáveis.

## 2 JUSTIFICATIVA

Segundo a Portaria 511 do Ministério das Cidades (2009), o CTM utilizará o sistema de projeção Universal Transverso de Mercator (UTM), até que seja definida uma projeção específica. O CTM está integrado ao conjunto de melhoramentos públicos de uma área urbana ou rural, e a cobrança de impostos sempre ocorrerá, tendo ou não um sistema de projeção adequado, comumente percebe-se que os municípios usam documentos desatualizados e informações imprecisas para que sejam calculados os valores dos tributos.

A informação cartográfica quando é gerada de forma precisa reflete na criação de uma planta genérica de valores justa para aplicação na tributação municipal, tendo em vista que estas informações quando geradas irão determinar se os benefícios ou prejuízos à população serão grandes. Na visão de Liporoni (2003) a imprecisão da planta faz com que diversos problemas persistam, incluindo-se aí a injustiça fiscal, provocando ainda mais descontentamento e crítica por parte da população e do legislativo.

Sabendo que o município de Maçambará não dispõe de um sistema de referência vinculado ao SGB para fins de cobrança de tributos e implantação do CTM, o desenvolvimento do presente trabalho poderá contribuir para à melhoria do sistema de cobrança de tributos e conseqüentemente proporcionar uma base topográfica e geodésica precisa que dê suporte a quaisquer outros serviços de engenharia que venham a ser implantados no município.

E ainda com a implantação do PTL é possível garantir que se esteja utilizando um sistema que não se altera com o passar do tempo, porém, caso ocorra uma mudança no sistema de referência geodésico do país, basta apenas que sejam ajustados os parâmetros de transformação entre as coordenadas do SGB e as coordenadas do PTL, não havendo a necessidade de novos levantamentos, tendo em vista que apenas os parâmetros são ajustados quando ocorre a mudança no referencial geodésico, sendo o PTL imutável em áreas geologicamente estáveis.

## **3 OBJETIVOS**

### **3.1 Objetivo Geral**

O objetivo principal deste trabalho é criar um PTL (sistema temporalmente imutável) para a implementação de uma rede de referência cadastral e a identificação de unidades imobiliárias para o município de Maçambará/RS e determinar os parâmetros de transformação entre o SGB e o PTL, gerando subsídios para a criação de uma planta genérica de valores adequada para o processo de tributação do município.

### **3.2 Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos propostos para o seguinte trabalho foram:

- Monumentar os vértices geodésicos de referência e homologá-los junto ao IBGE para que estes sejam a base geodésica para a implementação do PTL, o qual será composto por uma malha de vértices topográficos implantados de acordo com a necessidade em pontos estratégicos no perímetro urbano de Maçambará;
- Criar um Boletim de Informações Cadastrais (BIC) a partir dos levantamentos cadastrais;
- Confeccionar uma base cartográfica no PTL;
- Aplicar o modelo de transformação afim isogonal para determinar os parâmetros de transformação entre o SBG e o PTL.

## **4 REVISÃO DE LITERATURA**

Para que as administrações públicas possam planejar e direcionar as suas ações em virtude da criação de um sistema de cobranças de impostos e principalmente o Imposto Predial Territorial Urbano (IPTU) é de vital importância que a mesma conheça plenamente o seu território, o que normalmente não ocorre.

Um sistema de cobranças de impostos é considerado justo quando todas as informações e características espaciais do município são conhecidas e foram implantadas sobre uma base cartográfica de boa qualidade. As informações quando são confiáveis eliminam ou reduzem as dúvidas ajudando a solucionar quaisquer conflitos que venham a surgir quando da aplicação do CTM, sendo que o mesmo se torne uma ferramenta de tomada de decisões quanto à ocupação do espaço, promovendo o desenvolvimento sustentável de um país.

Diante disso, o PTL se coloca como o sistema de coordenadas mais adequado para a montagem da base cartográfica municipal por vários motivos, bem como garantir que as áreas sejam levantadas sem as distorções inerentes aos outros sistemas de projeção cartográfica como o UTM, por exemplo, ou seja, os valores levantados em campo serão os valores reais para qualquer unidade levantada, permitindo aos usuários desconsiderar os efeitos da curvatura da Terra e isso quer dizer que os levantamentos topográficos podem ser realizados sem a preocupação com os elementos que causam distorções, como por exemplo, o fator de deformação linear “K” presente nos sistemas de coordenadas Transverso de Mercator, ser imutável em áreas geologicamente estáveis, não se alterar com o tempo e ainda assegurar que os vértices geodésicos ou topográficos tenham as mesmas coordenadas para qualquer época, bastando apenas que se ajuste os parâmetros quando da mudança do sistema geodésico de referência.

Após a coleta e a mesclagem dos dados surgem as informações, que uma vez manipuladas geram o conhecimento necessário para a orientação dos sistemas de planejamento e gestão dos municípios. O conhecimento é o elemento decisivo para organizar de forma eficaz o espaço, quando conduzido pelo CTM.

### **4.1 Plano Topográfico Local – PTL**

O PTL é definido, segundo a NBR14.166 (ABNT, 1998), como sendo uma superfície definida pelas tangentes, no ponto origem do Sistema Topográfico, ao meridiano deste ponto

e à linha geodésica normal a este meridiano. A transformação de coordenadas geodésicas para coordenadas plano – retangulares no Sistema Topográfico Local no Brasil também está descrita e normatizada pela norma. Todos os procedimentos, conceitos e todas as formulações matemáticas se encontram descritas em seu Anexo A conforme as equações reproduzidas abaixo (equação 1 à equação 18).

A criação do mesmo foi feita por três métodos distintos: O método das translações e rotações; o método apresentado pela NBR14166 e o método de conversão direta a partir das coordenadas planas UTM a fim de que seja possível verificar a precisão dos dados gerados por meio da comparação entre o resultados obtidos.

$$X_p = 150000 + x_p \quad (1)$$

$$Y_p = 250000 + y_p \quad (2)$$

$$X_p = -\Delta\lambda_1 \cos\varphi_p N_p \text{arc}1'' \text{xc} \quad (3)$$

$$y_p = \frac{1}{B} [\Delta\varphi_1 + Cx_p^2 + D(\Delta\varphi_1)^2 + E(\Delta\varphi_1)x_p^2 + ECx_p^4] \text{xc} \quad (4)$$

$$\Delta\lambda = \lambda_p - \lambda_o \quad (5)$$

$$\Delta\varphi = \varphi_p - \varphi_o \quad (6)$$

$$\Delta\lambda_1 = \Delta\lambda'' [1 - 3,9173 \times 10^{-12} (\Delta\lambda'')^2] \quad (7)$$

$$\Delta\varphi_1 = \Delta\varphi'' [1 - 3,9173 \times 10^{-12} (\Delta\varphi'')^2] \quad (8)$$

$$B = \frac{1}{M_o \text{arc}1''} \quad (9)$$

$$C = \frac{\tan\varphi_o}{2M_o N_o \text{arc}1''} \quad (10)$$

$$D = \frac{3e^2 \text{sen}\varphi_o \cos\varphi_o \text{arc}1''}{2(1 - e^2 \text{sen}^2\varphi_o)} \quad (11)$$

$$E = \frac{1 + 3 \tan\varphi_o}{6N_o^2} \quad (12)$$

$$c = \frac{R + H_t}{R_o} \quad (13)$$

$$R_o = \sqrt{M_o \times N_o} \quad (14)$$

$$M_o = \frac{a(1 - e^2)}{(1 - e^2 \text{sen}^2\varphi_o)^{\frac{1}{2}}} \quad (15)$$

$$N_o = \frac{a}{(1 - e^2 \text{sen}^2\varphi_o)^{\frac{1}{2}}} \quad (16)$$

$$N_p = \frac{a}{(1 - e^2 \sin^2 \varphi_p)^{\frac{1}{2}}} \quad (17)$$

$$e = \left( \frac{a^2 - b^2}{a^2} \right)^{\frac{1}{2}} = [f(2 - f)]^{\frac{1}{2}} \quad (18)$$

onde:

$c$  – é o fator de elevação, adimensional;

$H_t$  – é a altitude média do terreno, em metros;

$R - m$  é o raio médio terrestre igual a MN, adotado como raio da esfera de adaptação de Gauss, em metros;

$M$  – é o raio de curvatura da elipse meridiana do elipsóide de referência na origem do sistema topográfico local, em metros;

$N$  – é o raio de curvatura da elipse normal à elipse meridiana na origem do sistema topográfico local, em metros.

#### 4.2 Método das translações e rotações

As formulações matemáticas para a transformação de coordenadas cartesianas geocêntricas (X, Y, Z) para coordenadas cartesianas locais (e, n, u) é feita por meio do método das rotações e translações, conforme modelo funcional especificado por Dal'forno (2010, apud JAKELI, 2006. 195p.). E que também se encontram demonstrados por Andrade (1998, pg. 98) e ainda, por Monico (2008).

$$\begin{bmatrix} t \\ u \\ v \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \sin \varphi_0 & \cos \varphi_0 \\ 0 & -\cos \varphi_0 & \sin \varphi_0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} -\sin \lambda_0 & \cos \lambda_0 & 0 \\ -\cos \lambda_0 & -\sin \lambda_0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X - X_0 \\ Y - Y_0 \\ Z - Z_0 \end{bmatrix} \quad (19)$$

onde:

- t, u e v são as coordenadas topográficas transformadas no PTL.
- $\varphi_0$  e  $\lambda_0$ : são a latitude e a longitude geodésica do ponto escolhido como origem do sistema;
- X; Y e Z: são as coordenadas geodésicas cartesianas tridimensionais do ponto a transformar;

- $X_0$ ,  $Y_0$  e  $Z_0$ : são as coordenadas geodésicas cartesianas tridimensionais do ponto escolhido para origem do sistema.

### 4.3 Método de conversão a partir das coordenadas planas UTM

As coordenadas nos sistemas de projeção cartográfica UTM podem ser transformadas em coordenadas do plano topográfico local a partir de equações diretas efetuadas em etapas conforme as formulações matemáticas demonstradas no material didático apresentado na componente curricular de Cartografia II do curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da Universidade Federal do Pampa - Campus Itaqui - RS (SILVEIRA, 2017).

1ª Etapa: Cálculo da distância sobre o plano de projeção cartográfica (distância plana).

$$S_p = \sqrt{(N_B - N_A)^2 + (E_B - E_A)^2} \quad (20)$$

2ª Etapa: Cálculo do azimute plano.

$$\cos A'_{zP} = \frac{N_B - N_A}{S_p}$$

$$\text{Se } (E_B - E_A) > 0; A_{zP} = A'_{zP} \quad (21)$$

$$\text{Se } (E_B - E_A) < 0; A_{zP} = 360^\circ - A'_{zP}$$

3ª Etapa: Cálculo da convergência meridiana.

$$\Delta\lambda'' = (\lambda - \lambda_{MC}) \cdot 3600 \quad (22)$$

Onde:  $\lambda_{MC}$  = longitude do meridiano central do fuso;

$\lambda$  = longitude do vértice.

Determinação do termo XII:

$$XII = \text{sen } \phi \cdot 10^4 \quad (23)$$

Determinação do termo XIII:

$$XIII = \frac{\text{sen}^2 1'' \cdot \text{sen} \phi \cdot \cos^2 \phi}{3} \cdot (1 + 3 \cdot e'^2 \cdot \cos^2 \phi + 2 \cdot e'^4 \cdot \cos^4 \phi) \cdot 10^{12} \quad (24)$$

Sendo:

$$e' = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{b} \quad (25)$$

Onde:  $e'$  = segunda excentricidade do elipsoide.

Determinação do termo  $C'_S$ :

$$C'_S = \frac{\text{sen}^4 1'' \cdot \text{sen} \phi \cdot \cos^4 \phi}{15} \cdot (2 - \tan^2 \phi) \cdot 10^{29} \quad (26)$$

Determinação de P:

$$P = 0,0001 \cdot \Delta\lambda'' \quad (27)$$

A convergência meridiana é dada por:

$$C = XII \cdot P + XIII \cdot P^3 + C'_S \cdot P^5 \quad (28)$$

4ª Etapa: Determinação do azimute elipsóidico (considerado verdadeiro/topográfico para aplicações práticas na cartografia aplicada).

$$Az_v = Az_p + C \quad (29)$$

5ª Etapa: Cálculo do fator de escala considerando-se a altitude média do PTL.

$$K = \frac{K_0}{\sqrt{1 - [\cos \phi_m \cdot \sin (\lambda_m - \lambda_{MC})]^2}} \quad (30)$$

$$K_r = \frac{R_m}{R_m + H_m} \cdot K \quad (31)$$

Sendo  $H_m$  a altitude média do PTL.

6ª Etapa: Cálculo da distância horizontal local.

$$DH = \frac{S_p}{K_r} \quad (32)$$

7ª Etapa: Cálculo das coordenadas no plano topográfico local.

$$\begin{aligned} Y_B &= Y_A + DH \cdot \cos Az_v \\ X_B &= X_A + DH \cdot \sin Az_v \end{aligned} \quad (33)$$

#### 4.4 Uso do método afim isogonal para determinação de parâmetros de transformação entre sistemas de coordenadas

Com a criação do PTL para o município têm-se a certeza de que o sistema utilizado para fins de aplicação em qualquer obra de engenharia no município é imutável, ou seja, não se altera com o passar do tempo, no entanto, se o sistema geodésico de referência do país for alterado, é necessário que os parâmetros de conversão entre o SGB e o PTL sejam ajustados.

Portanto, os parâmetros de transformação entre o SGB e o PTL atuais para o município de Maçambará foram determinados seguindo o método da transformação afim isogonal, a transformação afim é baseada no método de ajustamento paramétrico, sendo o modelo paramétrico o mais indicado pelo fato de possibilitar o ajuste simultâneo das observações e dos parâmetros. Desta forma, apenas serão modificadas as coordenadas do novo sistema geodésico e os parâmetros de transformação estarão prontos e ajustados.

A transformação isogonal também é denominada afim isogonal, de Helmert, de similaridade, conforme ou euclidiana. Trata-se de uma variação do caso ortogonal, considerando que o fator de escala é constante, ou seja,  $C_x = C_y$ .

As equações utilizadas se encontram especificadas abaixo e são descritas por (COELHO; BRITO 2007).

A formulação para o método paramétrico é apresenta a seguir:

$$X_a = (A^T P A)^{-1} \cdot (A^T P L_b) \quad (34)$$

$$V = A X_a - L_b \quad (35)$$

$$L_a = L_b + V \quad (36)$$

Já a formulação para o método isogonal é expressa pelas equações abaixo:

$$x = a \cdot \text{coluna} + b \cdot \text{linha} + c \quad (37)$$

$$y = -b \cdot \text{coluna} + a \cdot \text{linha} + d \quad (38)$$

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{coluna} & \text{linha} & 1 & 0 \\ \text{linha} & -\text{coluna} & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{bmatrix} \quad (39)$$

#### 4.5 Determinação da altitude ortométrica

Na impossibilidade de se efetuar o transporte de altitudes por meio de nivelamento geométrico devido a distância dos pilares geodésicos até a referência de nível oficial mais próxima, optou-se por efetuar este transporte por meio do método relativo por diferenças de ondulação geoidal.

A referência de nível utilizada para o transporte foi a RN1936Z, porém, como a referência de nível estava em local de difícil rastreabilidade devido à cobertura vegetal, foi efetuado o transporte de altitude da RN até o vértice SAT92021, a partir da qual foi realizado o transporte pelo método relativo até os demais vértices da rede de referência cadastral municipal.

Este método consiste em transportar as coordenadas de uma estação de referência cujo valor da altitude elipsoidal é disponibilizado para uma referência de nível e para um ponto a se determinar a altitude ortométrica. Extrai-se o valor da ondulação geoidal para a referência de nível e para o ponto. Calculam-se as diferenças da altitude elipsoidal e da ondulação

geoidal entre o ponto e a referência de nível. Por meio destas diferenças e da altitude ortométrica da RN, calcula-se a altitude ortométrica do ponto como mostra a figura 1. O transporte de altitude pelo método relativo é dado pelas equações abaixo de acordo com (FEATHERSTONE; DENTITH; KIRBY, 1998).

$$H_2 = H_1 - \Delta N + \Delta h \quad (40)$$

Onde:

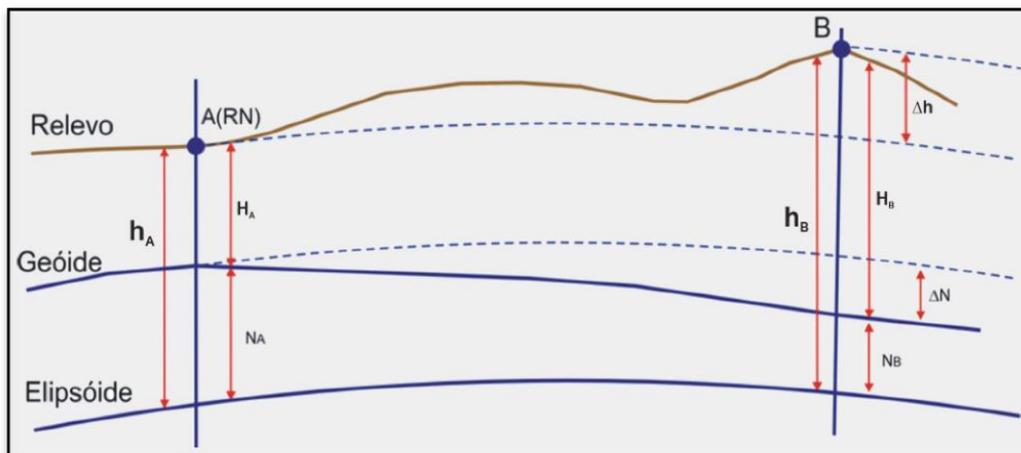
$H_2$  = Altitude ortométrica do ponto a determinar;

$H_1$  = Altitude ortométrica do ponto de origem;

$\Delta N$  = Diferença de ondulação geoidal;

$\Delta h$  = Diferença de altitude elipsoidal.

Figura 1 – Transporte de altitude ortométrica por meio da diferença de ondulação geoidal.



Fonte: Geomaçambará, 2018.

#### 4.6 Rede de Referência Cadastral

A rede de referência cadastral é definida como um sistema de apoio básico de âmbito municipal para todos os serviços que se destinam a projetos, cadastros ou implantação e gerenciamento de obras, sendo constituída por pontos de coordenadas planialtimétricas, materializados no terreno, referenciados a uma única origem que seria o Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) e a um sistema de representação cartográfica, permitindo a amarração e consequente incorporação de todos os trabalhos, de topografia e cartografia na construção e

manutenção da Planta Cadastral Municipal e Planta Geral do Município conforme especifica a NBR14.166.

E na visão de Amorim (2004), a rede de referência cadastral deverá ser projetada de forma que apresente precisão suficiente para ser usada em todas as atividades que necessitem ser referenciadas à superfície terrestre para atender às necessidades do cadastro urbano.

Portanto, sendo esta rede amarrada ao SGB, é possível garantir a posição dos pontos de representação e a correlação entre os vários sistemas de projeção ou representação.

#### **4.7 Estações geodésicas providas de dispositivo de centragem forçada**

Monumentos construídos com uma base rígida de concreto armado a fim de que o mesmo não sofra nenhum tipo de recalque, podendo desta forma, instalar equipamentos de mensuração topográfica e/ou geodésica sem a preocupação com sua estabilidade (resultando em valores mais precisos). Os mesmos são definidos pela ABNT (1998) como marco geodésico obtido por poligonação, triangulação, trilateração, dupla irradiação, rastreamento de sinais dos sistemas de posicionamento baseados em satélites artificiais como o GPS-NAVSTAR, no método diferencial ou outro método geodésico que vier a ser desenvolvido, com a finalidade de efetuar o transporte de coordenadas para os vértices de apoio básico do SGB nas proximidades e/ou ao interior da área municipal.

#### **4.8 Vértices geodésicos (ou vértices de apoio imediato) e Vértices topográficos de adensamento da rede**

Os métodos de determinação de seus parâmetros coincidem com os utilizados para as Estações geodésicas, no entanto, é em virtude do rastreamento dessas estações pelo método relativo estático que seus parâmetros são estabelecidos, haja vista que os marcos geodésicos de precisão já se encontram homologados junto SGB e estes após o seu estabelecimento são destinados a densificar o apoio geodésico básico, assegurando o suporte necessário à qualidade das operações topográficas visando o apoio suplementar de campo para os levantamentos aerofotogramétricos, o apoio topográfico aos levantamentos para o parcelamento do solo, demarcações, implantação e acompanhamento de obras de engenharia, em geral ABNT (1994).

E os Vértices topográficos de adensamento da rede (VTs), são um conjunto de pontos, materializados no terreno, com coordenadas cartesianas (x e y) obtidas a partir de uma origem

no plano topográfico, que serve de base planimétrica ao levantamento, com a finalidade de diminuir os erros sistemáticos nos levantamentos ABNT (1994).

#### **4.9 Projeções Cartográficas**

A representação da superfície da Terra, substituída por um modelo esférico ou elipsoidal, sobre uma superfície plana, tem como consequência deformações e distorções inevitáveis (AGUIRRE e FILHO, 2007).

As projeções cartográficas são uma necessidade imposta devido à impossibilidade de transformar uma superfície esferoidal (como a da Terra) em um plano (como o do mapa) sem provocar rupturas, estiramentos, dobras e outras deformações imprevisíveis (TIMBÓ, 2001). E ainda, de acordo com o mesmo autor, um sistema de projeção cartográfica é uma transformação matemática executada sobre os pontos da superfície curva terrestre, de forma a representá-los sobre uma superfície plana provocando um mínimo de deformações.

Devido ao exposto acima, diferentes projeções foram desenvolvidas com o objetivo principal de possibilitar a representação da esfera terrestre num plano (mapas e cartas).

E universalmente, são definidas por Libault (1975), como sendo a correspondência matemática entre as coordenadas plano-retangulares da carta e as coordenadas esferoidais (esféricas ou elipsóidicas) da Terra.

#### **4.10 Sistema de projeção UTM**

O sistema de coordenadas planas UTM é um sistema de projeção cartográfica, derivado do sistema de projeção cilíndrica Transversa de Mercator na qual se passa as informações da superfície curva da Terra para uma superfície plana (mapa), no entanto há distorções de natureza linear e angular.

Este sistema é utilizado para a representação gráfica da superfície e pode ser utilizado em obras, desde que se leve em consideração as distorções inerentes ao sistema.

Conforme Elmiro (2012) é um caso particular da Projeção Transversa de Mercator (TM), sendo uma projeção conforme, ou seja, mantém os ângulos com mínimas distorções e tende a manter a forma de pequenas áreas, porém deforma distâncias lineares e valor de grandes áreas.

#### **4.11 Base Cartográfica Cadastral Municipal – BCCM**

Uma base cartográfica é definida pela ABNT (1998) como sendo um conjunto de cartas e plantas integrantes do Sistema Cartográfico Municipal que, apoiadas na rede de referência cadastral, apresentam no seu conteúdo básico as informações territoriais necessárias ao desenvolvimento de planos, de anteprojetos, de projetos, de cadastro técnico e imobiliário fiscal, de acompanhamento de obras e de outras atividades projetuais que devam ter o terreno como referência.

#### **4.12 Sistema de Identificação Imobiliária – SII**

Todos os levantamentos serão realizados no sistema de projeção UTM e posteriormente transformados para o PTL, onde o Sistema de Identificação Imobiliária será criado em função dos dados levantados nesse sistema de projeção. De maneira simplificada esse sistema nada mais é do que um instrumento para fins de identificação das parcelas do núcleo urbano do município, mais precisamente as unidades imobiliárias, bem como os lotes e até mesmo as quadras.

#### **4.13 Geoprocessamento**

Denotada como sendo a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional na ótica de (CÂMARA e DAVIS, 2001).

#### **4.14 Sistemas de Informações Geográficas – SIG**

O SIG pode ser definido como um conjunto de procedimentos utilizados para armazenar e manipular dados georreferenciados (ARONOFF, 1991).

Ainda de acordo com Dueker (1979) os SIGs podem ser tratados como um caso especial, no qual o Banco de Dados (BD) possui informações espacialmente distribuídas, sobre eventos ou atividades, que são representados por pontos, linhas ou polígonos (áreas), podendo manipular estes dados de acordo com suas representações, a fim de induzir a perguntas analíticas com o objetivo de gerar embasamento para tomada de decisões.

Já os autores Ozemoy, Smith e Sichertman (1981), definem o SIG como funções automáticas que permitem aos profissionais com conhecimentos avançados, armazenar, recuperar, manipular e exibir dados geograficamente localizados.

Complementado a definição de SIG, ainda temos que o SIG é um sistema que compreende dados espaciais referenciados que podem ser analisados e transformados em informações para aplicação de fins únicos. A característica principal de um SIG é analisar dados para gerar informações (PARENT, 1989).

#### **4.15 Planta Genérica de Valores – PGV**

Planta integrante do Cadastro Imobiliário Fiscal, obtida a partir da Planta de Referência Cadastral do Município, onde estão registrados os valores de terreno diferenciados pela sua posição nas quadras, nos segmentos de logradouros e pelos equipamentos urbanos à sua disposição ABNT (1998).

#### **4.16 Imposto Predial Territorial Urbano – IPTU**

O IPTU na visão de Monteiro e Brandalize (2012) é um mecanismo expressivo de arrecadação quando embasado em um CTM atualizado e confiável. É um dos principais tributos cobrados em virtude do CTM. O valor deste tributo depende da PGV do município. Esta planta é montada em função das informações geradas por intermédio da criação de um banco de dados, que deverá constar, para fins de tributação de IPTU, o valor exato do tamanho da área do imóvel.

#### **4.17 Cadastro Técnico Multifinalitário - CTM**

O cadastro é um sistema de informações do espaço territorial, no qual os dados são organizados em torno da unidade territorial jurídica da parcela (lote, imóvel, propriedade). Por suas funções indispensáveis ao suporte do desenvolvimento econômico, o cadastro tornou-se um instrumento fundamental para ordenamento do espaço territorial e uma das suas características é proporcionar o acompanhamento e controle temporal das atividades num determinado espaço (LOCH, 1993).

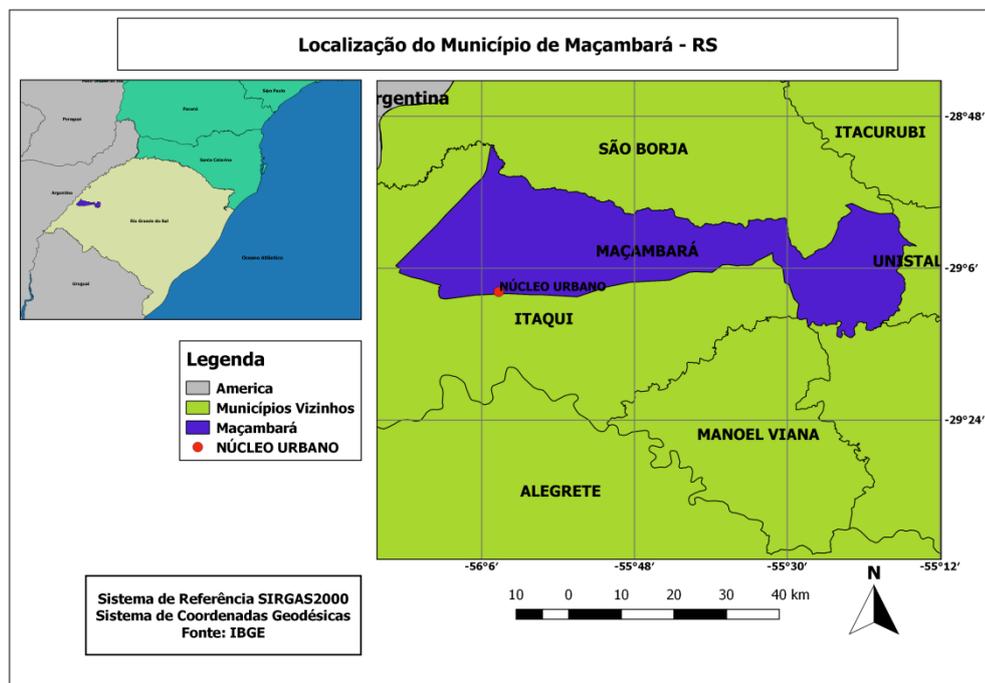
Loch (1998) complementa afirmando que, o Cadastro Técnico Multifinalitário é uma área de pesquisa interdisciplinar, que envolve conhecimentos desde as medidas cartográficas até o nível do imóvel, a legislação que rege a ocupação do solo, bem como uma avaliação

rigorosa da melhor forma de ocupação deste espaço para se obter o desenvolvimento racional da área. Desta forma percebe-se que o Cadastro Técnico somente será Multifinalitário se o conjunto de medidas disponíveis é o suficiente para atender a múltiplos usuários.

## 5 METODOLOGIA

Este trabalho tem como área de estudo o município de Maçambará no estado do Rio Grande do Sul, tendo sua posição central definida pelas coordenadas geodésicas  $29^{\circ}08'46,65''$ S de Latitude e  $56^{\circ}03'58,89''$ W de Longitude, tendo como referência geodésica o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS2000). O município conta com uma população de aproximadamente 4.814 habitantes, conforme o IBGE (2010).

Figura 2 – Localização da área de estudo.



Fonte: Autor, 2018.

### 5.1 Equipamentos utilizados

Para os levantamentos topográficos foram utilizadas estações totais marca Nikon, modelo NPL632 com precisão angular de  $2''$  e precisão linear de  $\pm (3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm})$  vezes a distância linear, além de estações totais marca Foif, modelo OTS655-R500, com precisão angular de  $5''$  e precisão linear de  $\pm (3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm})$  vezes a distância linear.

Para fins de rastreamento para a homologação dos pilares geodésicos, além do transporte de coordenadas para os demais vértices da rede de referência cadastral, foram utilizados receptores GNSS marca Ashtech, modelo Promark500, dupla frequência, com precisão

nominal de  $\pm (3 \text{ mm} + 1 \text{ ppm})$  vezes a linha de base.

## **5.2 Construção da Rede de apoio aos Levantamentos**

Foram implantados dois pilares geodésicos dotados de dispositivo de centragem forçada na praça central do município e homologados junto ao IBGE, posteriormente foi criada uma malha de pontos topográficos, que foram distribuídos e identificados (numerados) em forma de espiral no sentido horário a partir do vértice topográfico (VT 001). Após esta etapa, foi dado início ao processo de georreferenciamento dos vértices topográficos pelo método de rastreamento relativo estático.

O processamento de dados GNSS sempre envolvem o sistema de coordenadas cartesianas geocêntricas (sistema fundamental da geodésia), posteriormente convertidas para o sistema geodésico elipsoidal (latitude e longitude) além dos sistemas de projeção cartográfica. A qualquer momento, também pode-se efetuar a transformação para o PTL seguindo as equações apresentadas na NBR14.166 (ABNT, 1998).

Tomando como referência os vértices geodésicos que compõem a base do PTL, foram iniciados os levantamentos de finalidade cadastral, mensurando as áreas dos imóveis e outros componentes que se fizeram necessário para a criação do Boletim de Informações Cadastrais (BIC), que deverá auxiliar na confecção da planta genérica de valores.

Quando finalizado o levantamento cadastral, foi criada a base cartográfica do município, a partir da qual foi proposta uma metodologia para a identificação das unidades imobiliárias do município via coordenadas geradas no Plano Topográfico Local, concluindo os trabalhos com a unificação de todas as informações para criação de um SIG.

## **5.3 Transporte de coordenadas geodésicas**

O município de Maçambará se encontra numa posição desfavorável em relação a abrangência do SGB, devido a inviabilidade do acesso aos vértices oficiais, onde o mais próximo se encontrava há uma distância de 56,342 km. Esta distância dificultava os procedimentos de mensuração em campo, tanto geodésicos quanto topográficos.

Devido à amplitude da distância, eram percebidos alguns pequenos transtornos às iniciativas de mapeamento como a necessidade de estabelecimento de vértices provisórios, com longos períodos de rastreamento (compatibilizando as determinações de coordenadas com as

normas vigentes) e conseqüentemente, prejuízos à produção diária das equipes de levantamento e processamento de dados.

Em face a estes fatos, foram construídos e homologados dois pilares geodésicos dotados de dispositivo de centragem forçada no centro do perímetro urbano de Maçambará. O estabelecimento de dois vértices em forma de pilares geodésicos traz muitos benefícios como a possibilidade de se utilizar referências oficiais para o mapeamento territorial com reduzido tempo de rastreamento devido aos comprimentos mais curtos das linhas de base. Também permite o uso de métodos clássicos de levantamento topográfico e/ou geodésico, utilizando a poligonização, triangulação ou trilateração, devido a intervisibilidade entre os dois vértices que proporciona a orientação angular (azimute de referência).

Um dos efeitos colaterais benéficos da ação foi a densificação da rede de vértices planimétricos, tipo SAT GPS, do SGB.

Na etapa de materialização dos vértices da rede de referência cadastral, foi definido que os dois pilares geodésicos que foram construídos deveriam ser intervisíveis e distantes no mínimo 100 m no intuito de haver uma referência angular (azimute) para que houvesse a possibilidade de se utilizar métodos clássicos de levantamentos geodésicos e topográficos, tendo em vista que em ambientes urbanos há limitações quanto ao emprego de receptores GNSS devido à obstáculos físicos como edificações e cobertura vegetal, por exemplo.

Escolheram-se duas áreas livres na região central da cidade de Maçambará, localizados na praça 22 de Outubro, permitindo a intervisibilidade entre os dois vértices. A construção seguiu as orientações presentes na norma “Padronização de marcos geodésicos” expedida pelo IBGE. A figura 3 representa o padrão dos vértices homologados.

Figura 3 – Pilar geodésico dotado de dispositivo de centragem forçada.



Fonte: Geomaçambará, 2018.

Os rastreios foram executados obedecendo às orientações da norma “Instruções para a homologação de estações estabelecidas por outras instituições”, realizando quatro sessões de rastreio de aproximadamente seis horas, com intervalo de uma hora entre as sessões.

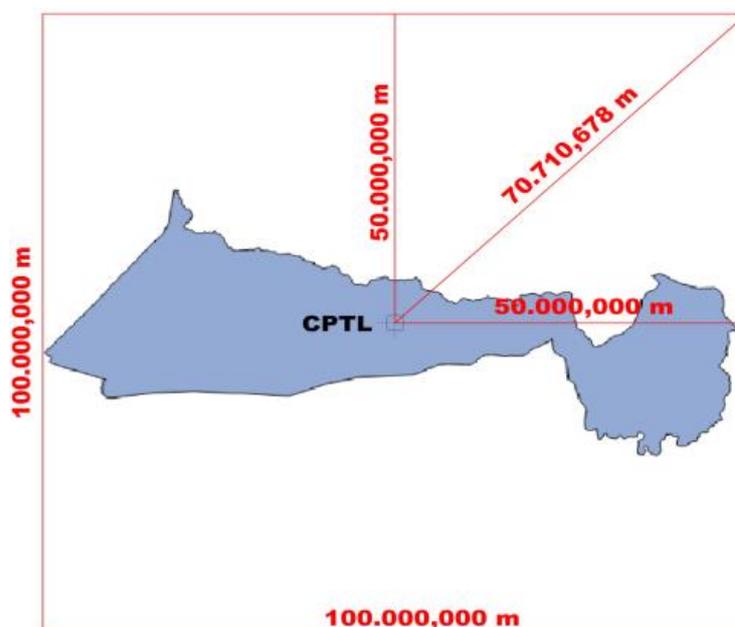
#### 5.4 Criação do PTL

O Plano Topográfico Local foi criado seguindo o método descrito na NBR14.166, devido ao fato de ser o método normatizado oficialmente para fins de aplicações em obras de engenharia no Brasil.

Para evitar os transtornos causados mediante a aplicação do sistema UTM para a confecção de projetos e locação de obras, foi criado o plano topográfico local com origem em um vértice virtual denominado Centro do Plano Topográfico Local (CPTL), situado no centro do território municipal visando o melhor aproveitamento do plano.

Conforme a norma pode-se desconsiderar os efeitos da curvatura terrestre na distorção linear para um plano desde que os pontos não distem mais que  $50\sqrt{2}$  Km da origem do sistema (aproximadamente 70,7 Km na diagonal do plano), o que trará benefícios para a implantação de obras no município. O plano topográfico local para o perímetro do município de Maçambará é apresentado na figura 4.

Figura 4 – Plano Topográfico Local para o município de Maçambará – RS.



Fonte: Bacuri *et al.*, (2018).

O vértice CPTL está referenciado aos sistemas de coordenadas Cartesianas Geocêntricas, geodésicas elipsoidais, UTM e PTL conforme mostra a tabela 1.

Tabela 1 - Coordenadas do CPTL.

<b>Coordenadas Cartesianas Geocêntricas</b>		
X	Y	Z
3.140.067,205 m	-4.613.120,618 m	-3.078.577,672 m
<b>Coordenadas Geodésicas Elipsoidais</b>		
$\phi$	$\lambda$	h
29° 02' 51,18315"S	55° 45' 27,33928"W	140,000 m
<b>Coordenadas Planas UTM – Zona 21</b>		
E	N	h
620.959,859 m	6.786.109,316 m	140,000 m
<b>Coordenadas Planas Topográficas Locais</b>		
X	Y	h
150.000,000 m	250.000,000 m	140,000 m

Fonte: Autor, 2018.

As coordenadas plano topográficas locais do CPTL são normatizadas, ou seja, seguem as diretrizes da NBR14.166. Por meio de parâmetros apropriados, o vértice pode ser convertido para qualquer outro sistema, como Local Transverso de Mercator (LTM) ou Regional Transverso de Mercator (RTM), por exemplo.

### 5.5 Determinação dos parâmetros de transformação

Os parâmetros de transformação foram determinados conforme já mencionado neste trabalho por meio da aplicação do método de transformação afim isogonal. No entanto, visando facilitar os cálculos utilizou-se uma planilha do Microsoft Excel.

Foram montadas as matrizes de acordo com o que especifica o material didático adotado, retornando nas matrizes iniciais A, L<sub>b</sub> e P.

A matriz A (que é a matriz dos coeficientes dos parâmetros) gerada possui 90 linhas e 4 colunas, a matriz L<sub>b</sub> (que é a matriz dos vetores das observações) 90 linhas e 1 coluna, uma

matriz  $P$  (que é a matriz-peso das observações, sendo que para este caso os pesos foram unitários) de 90 linhas e 90 colunas.

Após a execução dos cálculos e as manipulações matriciais foi possível obter mais cinco matrizes até a obtenção dos valores para os parâmetros, a primeira delas foi a Matriz  $A^T$  de 4 linhas e 90 colunas, fazendo as manipulações de  $(A^T P A)$  foi obtida uma matriz de 4 linhas e 4 colunas mesmo tamanho da matriz inversa de  $A$ , a manipulação de  $(A^T P L b)$  retornou uma matriz de 4 linhas e 1 coluna. Após isto, aplicou-se as equações 37 a 39 para a obtenção da matriz  $X_a$  que apresenta os valores para os parâmetros.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o avanço do trabalho e a aplicação das metodologias propostas, foi possível obter como resultado a criação de uma rede de referência geodésica que cobrisse todo o município, bem como toda a rede adensamento topográfico do núcleo urbano do município.

O primeiro resultado alcançado foi o estabelecimento dos pilares geodésicos, que após homologados pelo IBGE tomaram como identificação os códigos 99697 e 99698, acrescidos do prefixo SAT, sendo então denominados de SAT99697 e SAT99698.

Também foram estabelecidos os vértices geodésicos denominados de VG nas demais localidades (que caracterizam aglomeração urbana) do município. Os VGs foram identificados de 01 a 10 e implantados nas localidades de Povinho, Bororé, São Donato, Serra do Iguriaçá e Passo do Goulart. O transporte de coordenadas para os VGs partiu do vértice SAT99697.

Figura 5 – Representação do vértice de adensamento geodésico.



Fonte: Geomaçambará, 2018.

Os pilares geodésicos e os vértices VGs caracterizam a rede geodésica fundamental do município de Maçambará.

No perímetro urbano de Maçambará foram materializados 43 vértices de apoio

topográfico da rede de referência cadastral municipal, denominados de VT com numeração sequencial de 001 a 043 em desenvolvimento espiral. O transporte de coordenadas também foi efetuado a partir do vértice SAT99697. O modelo de chapa utilizada para fins de identificação dos VTs pode ser observado na figura 6.

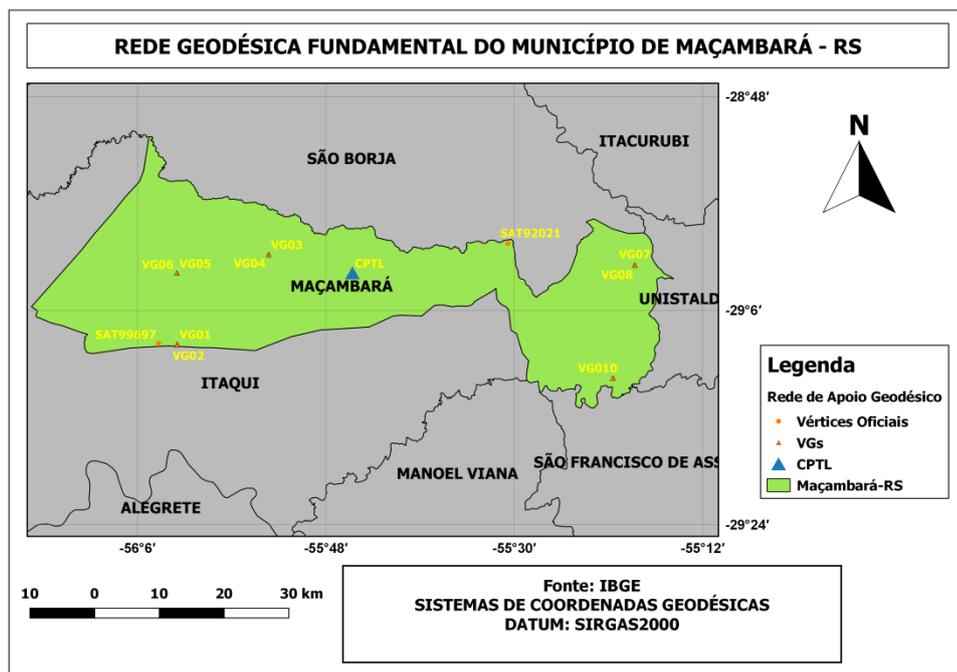
Figura 6 – Vértice de adensamento topográfico.



Fonte: Geomaçambará, 2018.

A figura 7 mostra a disposição dos vértices geodésicos na área do município de Maçambará.

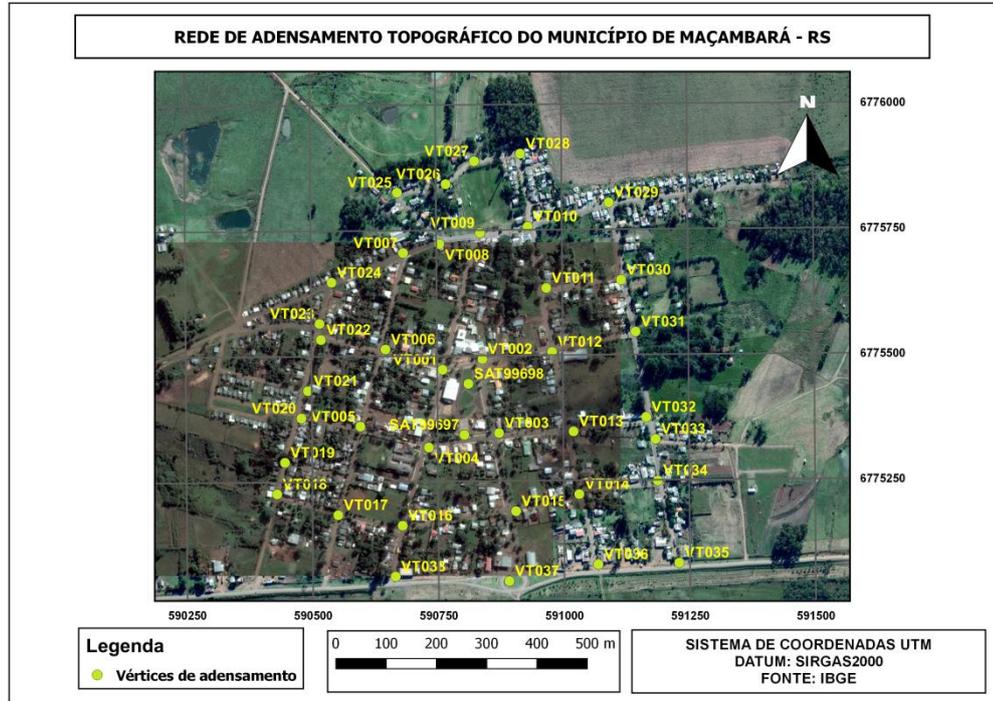
Figura 7 – Rede geodésica fundamental do município de Maçambará.



Fonte: Autor, 2018.

A figura 8 mostra a distribuição dos vértices de apoio topográfico (VTs) no perímetro urbano, também chamado de rede de adensamento topográfico.

Figura 8 – Rede de adensamento topográfico.



Fonte: Autor, 2018.

Com o estabelecimento físico dos pontos, rastreamento e processamento de dados, obteve-se as coordenadas cartesianas geocêntricas, que foram convertidas em coordenadas geodésicas elipsoidais, planas UTM e no plano topográfico local.

Para fins de geração de bases cartográficas, apenas os sistemas UTM e plano topográfico local serão utilizados. A tabela 2 mostra as coordenadas para os pilares geodésicos e VGs, já a tabela 3 mostra as coordenadas para os VTs. Todas as coordenadas no plano topográfico local tiveram origem no vértice CPTL.

Tabela 2 - Coordenadas dos pilares geodésicos e VGs.

Coordenadas UTM			Coordenadas no Plano Topográfico Local Met. da ABNT 14166			
Nome	N (m)	E (m)	Nome	X (m)	Y (m)	H (m)
CPTL	6.786.109,316	620.959,859	CPTL	150.000,000	250.000,000	
SAT99697	6.775.342,300	590.803,124	SAT99697	119.950,102	238.912,579	104,611

Coordenadas UTM			Coordenadas no Plano Topográfico Local Met. da ABNT 14166			
Nome	N (m)	E (m)	Nome	X (m)	Y (m)	H (m)
SAT99698	6.775.444,051	590.811,982	SAT99698	119.957,887	239.014,451	104,567
VG01	6.775.318,064	593.704,681	VG01	122.852,644	238.918,958	107,247
VG02	6.775.124,490	593.591,431	VG02	122.741,411	238.724,140	106,925
VG03	6.789.131,833	607.998,327	VG03	137.004,003	252.886,673	121,689
VG04	6.789.024,782	607.962,788	VG04	136.969,583	252.779,225	120,854
VG05	6.786.328,381	593.766,090	VG05	122.797,925	249.932,705	100,994
VG06	6.786.355,440	593.698,374	VG06	122.729,907	249.959,058	101,109
VG07	6.786.835,325	664.756,808	VG07	193.793,899	251.187,247	216,846
VG08	6.786.719,539	664.828,006	VG08	193.866,316	251.072,209	214,977
VG09	6.769.317,975	661.160,622	VG09	190.382,539	233.631,445	154,119
VG10	6.769.221,770	661.046,566	VG10	190.269,498	233.534,028	152,206

Fonte: Autor, 2018.

Tabela 3 - Coordenadas dos VTs.

Coordenadas UTM			Coordenadas no Plano Topográfico Local Met. da ABNT 14166			
Nome	N (m)	E (m)	Nome	X (m)	Y (m)	H (m)
VT001	6.775.472,485	590.760,698	VT001	119.906,290	239.042,351	102,791
VT002	6.775.493,127	590.840,288	VT002	119.985,681	239.063,837	102,749
VT003	6.775.345,319	590.872,236	VT003	120.019,200	238.916,329	102,949
VT004	6.775.317,683	590.732,256	VT004	119.879,476	238.887,209	103,339
VT005	6.775.360,385	590.596,476	VT005	119.743,210	238.928,489	101,087
VT006	6.775.513,704	590.647,445	VT006	119.792,572	239.082,385	101,862
VT007	6.775.705,458	590.683,882	VT007	119.826,992	239.274,573	100,216
VT008	6.775.722,851	590.756,215	VT008	119.899,161	239.292,734	101,026
VT009	6.775.744,565	590.837,076	VT009	119.979,812	239.315,306	101,832
VT010	6.775.756,273	590.932,106	VT010	120.074,743	239.328,020	102,374
VT011	6.775.633,844	590.968,227	VT011	120.112,167	239.205,941	102,261
VT012	6.775.506,559	590.978,877	VT012	120.124,163	239.078,736	102,540

Coordenadas UTM			Coordenadas no Plano Topográfico Local Met. da ABNT 14166			
Nome	N (m)	E (m)	Nome	X (m)	Y (m)	H (m)
VT013	6.775.347,718	591.020,360	VT013	120.167,335	238.920,291	102,753
VT014	6.775.222,504	591.030,787	VT014	120.179,089	238.795,156	103,230
VT015	6.775.189,522	590.904,758	VT015	120.053,376	238.760,835	102,707
VT016	6.775.162,370	590.678,982	VT016	119.827,829	238.731,294	101,437
VT017	6.775.184,193	590.551,107	VT017	119.699,691	238.751,772	99,060
VT018	6.775.226,671	590.429,910	VT018	119.578,014	238.792,982	97,959
VT019	6.775.289,417	590.445,868	VT019	119.593,314	238.855,913	99,048
VT020	6.775.377,473	590.479,173	VT020	119.625,697	238.944,343	98,558
VT021	6.775.431,896	590.492,765	VT021	119.638,717	238.998,924	98,210
VT022	6.775.533,560	590.519,176	VT022	119.664,061	239.100,892	97,773
VT023	6.775.565,505	590.516,653	VT023	119.661,200	239.132,819	97,592
VT024	6.775.647,606	590.541,209	VT024	119.684,895	239.215,201	97,769
VT025	6.775.825,816	590.672,656	VT025	119.814,493	239.394,844	97,421
VT026	6.775.842,132	590.769,496	VT026	119.911,185	239.412,186	99,679
VT027	6.775.887,440	590.826,594	VT027	119.967,819	239.458,107	100,584
VT028	6.775.901,869	590.918,183	VT028	120.059,279	239.473,507	101,163
VT029	6.775.803,487	591.093,727	VT029	120.235,906	239.376,952	101,675
VT030	6.775.649,124	591.117,087	VT030	120.260,903	239.222,795	102,118
VT031	6.775.545,604	591.145,273	VT031	120.290,189	239.119,547	102,335
VT032	6.775.375,405	591.164,935	VT032	120.311,654	238.949,511	102,099
VT033	6.775.331,320	591.183,405	VT033	120.330,595	238.905,609	102,376
VT034	6.775.248,409	591.187,172	VT034	120.335,239	238.822,717	103,071
VT035	6.775.084,325	591.228,555	VT035	120.378,366	238.659,028	103,302
VT036	6.775.082,435	591.067,612	VT036	120.217,402	238.655,439	103,709
VT037	6.775.050,327	590.890,543	VT037	120.040,627	238.621,454	103,170
VT038	6.775.061,153	590.664,370	VT038	119.814,283	238.629,896	99,788
VT039	6.775.045,947	590.515,499	VT039	119.665,535	238.613,115	97,884
VT040	6.775.037,322	590.399,943	VT040	119.550,041	238.603,268	97,240
VT041	6.775.428,625	590.301,314	VT041	119.447,252	238.993,632	96,431

Coordenadas UTM			Coordenadas no Plano Topográfico Local Met. da ABNT 14166			
Nome	N (m)	E (m)	Nome	X (m)	Y (m)	H (m)
VT042	6.775.475,592	590.311,338	VT042	119.456,783	239.040,716	96,274
VT043	6.775.558,283	590.328,855	VT043	119.473,430	239.123,614	96,269

Fonte: Autor, 2018.

Outro resultado obtido de acordo com os objetivos propostos foi a determinação dos parâmetros de transformação entre os sistemas de coordenadas do SGB e PTL, que se faz necessária quando há a mudança dos parâmetros do referencial geodésico atual.

A tabela 4 apresenta o erro linear e os valores de  $\Delta X$  e  $\Delta Y$ , através da observação dos resultados é possível perceber que a metodologia foi eficiente e que os valores calculados denotam uma precisão aceitável permitindo que os mesmos possam ser aplicados em qualquer levantamento para as finalidades de implantação do CTM, bem como qualquer levantamento para fins de implantação de obras civis e a tabela 5 mostra os parâmetros de transformação obtidos.

Tabela 4 – Erro linear e diferenças entre as coordenadas oficiais e calculadas.

Erro Linear (m)	$\Delta X$ (m)	$\Delta Y$ (m)
0,004	- 0,001	- 0,004

Fonte: Autor, 2018.

Tabela 5 – Parâmetros de transformação calculados.

Vetor dos parâmetros	Parâmetros ajustados	Valores ajustados
$X_a$	$a_0$	1,00025491602718
	$a_1$	-0,0105582450050861
	$b_0$	-399467,904700855
	$b_1$	-6544394,703125

Fonte: Autor, 2018.

## 7. CONCLUSÕES

A informação quando é gerada de forma precisa por meio de uma análise multicriteriosa realizada em virtude da aplicação de conhecimentos disponibilizados pelas ciências que constituem a Geomática, reflete na criação de uma planta genérica de valores justa para aplicação na tributação municipal, tendo em vista que estas informações irão determinar se os benefícios ou prejuízos à população serão grandes. Na visão de Liporoni (2003) a imprecisão da planta genérica faz com que diversos problemas persistam, incluindo-se aí a injustiça fiscal, provocando ainda mais descontentamento e crítica por parte da população e do legislativo.

Na execução deste trabalho, foi criado o PTL como RRCM que será utilizado como meio de identificação das unidades imobiliárias devido ao fato de que suas coordenadas não se alteram com o tempo, fazendo com que os demais procedimentos sejam eficientes e possibilitem ao município de Maçambará uma nova forma de cobrança de tributos a partir do emprego das informações geradas pela implementação de um SIG onde serão agrupadas todas as informações numa planta genérica de valores que será a base para fins de tributação no município.

Para Nadolny (2016) tem sido uma expressão moderna o termo sustentabilidade do município, porém, seu alcance pelos administradores parece restringir-se à obtenção da condição de equilíbrio de receitas e despesas. É notório que não é comum, pelo grande investimento envolvido, a criação de um CTM, que acaba esbarrando em questões políticas, gerando um enorme atraso no desenvolvimento do país.

Mesmo se tornando um grande investimento para os municípios o CTM possibilita a criação de um SIG que gera um enorme retorno para as municipalidades e, quando associado à atualização cadastral, traz não só o aumento da arrecadação, mas principalmente funciona como uma excelente ferramenta nas decisões das ações estratégicas das prefeituras pela disponibilidade de informações, facilitando o entrosamento entre os mais diversos setores (educação, obras, social e etc.), aumentando assim a capacidade produtiva e a eficiência no seu atendimento (NADOLNY, 2016).

## REFERÊNCIAS

AGUIRRE, ARGENTINO JOSÉ; MELLO FILHO, JA de. Introdução à Cartografia. **Santa Maria: UFSM**, 2007.

AMORIM, Geraldo Passos. Confiabilidade de rede GPS de referência cadastral municipal- estudo de caso: rede do município de Vitória (ES). **São Carlos: USP, Escola de Engenharia de São Carlos**, 2004.

ANDRADE, J. B. de. **Fotogrametria**. Curitiba, SBEE, 1998. 258p.

ARONOFF, S. **Sistemas de informações geográfica: uma perspectiva de gerenciamento**. WDL publications, 1991.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.133: Execução de levantamento topográfico**. Rio de Janeiro, 1994.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.166: Rede de Referência Cadastral Municipal–Procedimento**. Rio de Janeiro, 1998.

BACURI, Aroyto Pereira de Sousa Cardoso et al. APLICAÇÃO DO PTL SEGUNDO A NBR14166 PARA MUNICÍPIOS COM EXTENSÃO TERRITORIAL PREDOMINANTEMENTE LESTE– OESTE: CASO DO MUNICÍPIO DE MAÇAMBARÁ-RS. In: VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 7., 2018, Recife. **Anais do VII SIMGEO Mapeamento da Superfície Terrestre / Estado da Arte**. Recife: UFPE, 2018. v. 7, p. 1145 - 1152.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. Introdução. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (Org.). **Introdução á ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. p. 1. Disponível em:<<http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>>. Acesso: 9 dez. 2017.

CINTRA, Jorge P. Sistema UTM. **EPUSP, Apostila**, 1993.

COELHO, L.; BRITO, J. N. **Fotogrametria digital**. EdUERJ, 2007.

DAL'FORNO, G. L. et al. Transformação de coordenadas geodésicas em coordenadas no plano topográfico local pelos métodos da norma nbr 14166: 1998 e o de rotações e translações. **Anais do III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Recife**, 2010.

DUEKER, K. Land resource information systems: A review of fifteen years experience. **Geoprocessing**, n. 1, p. 105–128, 1979.

ELMIRO, M. A. T. Curso de fundamentos de cartografia matemática e geodésica. **UFMG, MG, Brasil**, 2012.

FEATHERSTONE, Will E.; DENTITH, Michael C.; KIRBY, Jon F. Strategies for the accurate determination of orthometric heights from GPS. **Survey Review**, v. 34, n. 267, p. 278-296, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010**. Disponível em: < <http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10 out. 2017., v. 23, 2010.

JAKELI, C. **Geometric Reference Systems**. Division of Geodesy and Geospatial Science. School of Earth sciences. Ohio State University, 2006. 195 p.

LIBAULT, A. **Geocartografia**. [S.l.]: Companhia Editora Nacional, 1975.

LIPORONI, A. S. **Instrumentos para gestão tributária de cidades**. Leud, 2003.

LOCH, Carlos. Modernização do poder público municipal. In: **Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário**. 1998.

LOCH, Carlos. **Cadastro técnico rural multifinalitário, a base à organização espacial do uso da terra a nível de propriedade rural**. Tese (Concurso de professor titular - Edital 502/DP/92) - UFSC, Florianópolis, 1993.

Ministério das Cidades - Brasil. **Diretrizes para a criação, instituição e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) nos municípios brasileiros.** <<http://www.ibapepb.org.br/?wpdmact=process&did=MS5ob3RsaW5r>>. Online; accessed 25 October 2017.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo GNSS – Descrição, Fundamentos e Aplicações.** Fundação Editora UNESP, São Paulo. 2a edição, 2008. 480 p.

NADOLNY, M. L. A importância da planta genérica de valores na tributação municipal. **Revista Técnico-Científica**, n. 4, 2016.

MONTEIRO O. N. H. E BRANDALIZE, M. C. B. e. A. A. F. B. Uma metodologia para a estimação da perda de arrecadação do iptu causada pela desatualização do cadastro imobiliário. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 64 ESP. 1, 2012.

OZEMOY, V.; SMITH, D.; SICHERMAN, A. Evaluating computerized geographic information systems using decision analysis. **Interfaces**, n. 11, p. 92–98, 1981.

PARENT, P. J. **Geographic Information Systems: Evolution Academic Involvement and Issues Arising from Proliferation of Information.**

Silveira, L. N. **TRANSFORMAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS DE COORDENADAS UTM, RTM, LTM, GAUSS KRUGER E PLANO TOPOGRÁFICO LOCAL.** CARTOGRAFIA II, 2017. 12 p. Notas de Aula UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA.

SILVEIRA L. N. E DOS SANTOS R. J. da. Influência da altitude na deformação de áreas projetadas nos sistemas planos utm, ltm e rtm. **Tecnologia e Ambiente**, v. 22, 2016.

TIMBÓ, M. A. Elementos de cartografia. **Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, Brasil, 57 p**, 2001.

Torge, W., 2001. **Geodesy**, Walter de Gruyter, New York, USA, 526 p.

## ANEXO A – MODELO DE MONOGRAFIA PARA OS VÉRTICES GEODÉSICOS



## PREFEITURA MUNICIPAL DE MAÇAMBARÁ

### RELATÓRIO DOS VÉRTICES GEODÉSICOS

<b>Vértice:</b> VG001	<b>Data da Medição:</b> 01/2018	<b>Data do cálculo:</b> 03/2018
-----------------------	---------------------------------	---------------------------------

#### COORDENADAS

Cartesianas Geocêntricas	Geodésicas Elipsoidais
<b>X</b> = 3.114.554,599 m <b>Y</b> = -4.623.884,708 m <b>Z</b> = -3.088.221,995 m	$\phi$ = 29° 08' 50,04722"S $\lambda$ = 56° 02' 11,74023"W <b>h</b> = 118,983 m
Planas UTM – MC = 57°W	Plano Topográfico Local - PTL
<b>N</b> = 6.775.318,064 m <b>E</b> = 593.704,681 m <b>H</b> = 107,246 m	<b>X</b> = 122.852,644 m <b>Y</b> = 238.918,958 m <b>H</b> = 107,247 m
Altura Geoidal	Descrição da Estação
<b>N</b> <sub>MAPGEO</sub> = 11,710 m <b>N</b> <sub>LOCAL</sub> = 11,736 m	O vértice VG001 está localizado na comunidade de Povinho, na esquina da Rua Um com a Travessa Dois. Possui visibilidade com o vértice VG002.
	Localização

H: Altitude ortométrica; h: Altitude geométrica; MC: Meridiano central do fuso UTM; N<sub>MAPGEO</sub>: MapGeo2015  
 Origem do PTL (CPTL): X = 150.000,000 m       $\phi$  = 29° 02' 51,18315"S  
 Y = 250.000,000 m       $\lambda$  = 55° 45' 27,33928"W  
 H = 140,000 m

## ANEXO B – MODELO DE MONOGRAFIA PARA OS VÉRTICES TOPOGRÁFICOS



## PREFEITURA MUNICIPAL DE MAÇAMBARÁ RELATÓRIO DOS VÉRTICES GEODÉSICOS

<b>Vértice:</b> VT001	<b>Data da Medição:</b> 01/2018	<b>Data do cálculo:</b> 03/2018
-----------------------	---------------------------------	---------------------------------

### COORDENADAS

Cartesianas Geocêntricas	Geodésicas Elipsoidais
<b>X</b> = 3.112.144,148 m <b>Y</b> = -4.625.579,568 m <b>Z</b> = -3.088.105,697 m	$\phi$ = 29° 08' 45,80139"S $\lambda$ = 56° 04' 00,73808"W <b>h</b> = 114,617 m
Planas UTM – MC = 57°W	Plano Topográfico Local - PTL
<b>N</b> = 6.775.472,485 m <b>E</b> = 590.760,698 m <b>H</b> = 102,791 m	<b>X</b> = 119.906,290 m <b>Y</b> = 239.042,351 m <b>H</b> = 102,791 m
Altura Geoidal	Descrição da Estação
<b>N<sub>MAPGEO</sub></b> = 11,800 m <b>N<sub>LOCAL</sub></b> = 11,826 m	O vértice VT001 está localizado na esquina da Rua Wilson Pires Gavião com a Rua Otávio Silveira. Possui visibilidade com os vértices VT002, VT004, VT006, VT009 e VT031.
	Localização
	

H: Altitude ortométrica; h: Altitude geométrica; MC: Meridiano central do fuso UTM; N<sub>MAPGEO</sub>: MapGeo2015

Origem do PTL (CPTL):

X = 150.000,000 m	$\phi$ = 29° 02' 51,18315"S
Y = 250.000,000 m	$\lambda$ = 55° 45' 27,33928"W
H = 140,000 m	

## ANEXO C – RELATÓRIO DE ESTAÇÃO GEODÉSICA 99697



### Relatório de Estação Geodésica

Estação :	99697	Nome da Estação :	99697	Tipo :	Estação GPS
Município :	MAÇAMBARA			UF :	RS
Última Visita:	20/12/2017	Situação Marco Principal :	Bom		

DADOS PLANIALTIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS		DADOS GRAVIMÉTRICOS	
Latitude	29 ° 08 ' 50,01997 " S	Altitude Ortométrica(m)		Gravidade(mGal)	
Longitude	56 ° 03 ' 59,12973 " W	Fonte		Datum	
Altitude Geométrica(m)	116,437	Sigma Altitude(m)		Data Medição	
Fonte	GPS Geodésico	Datum		Data Cálculo	
Origem	Ajustada	Data Medição			
Datum	SIRGAS2000	Data Cálculo			
Data Medição	20/12/2017				
Data Cálculo	26/01/2018				
Sigma Latitude(m)	0,005				
Sigma Longitude(m)	0,005				
Sigma Altitude Geométrica(m)	0,021				
UTM(N)	6.775.342,300				
UTM(E)	590.803,124				
MC	-57				

- Ajustamento Altimétrico Simultâneo da Rede Altimétrica em 15/06/2011 - Relatório em <ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/relatorioajustamento.pdf>
- Ajustamento Planimétrico SIRGAS2000 em 23/11/2004 e 06/03/2006 - Relatório em [ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/rel\\_sirgas2000.pdf](ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/rel_sirgas2000.pdf)
- Para obtenção de Altitude Ortométrica referente a levantamento SAT utilizar o MAPGEO2015 disponível em [http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo\\_geoidal.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo_geoidal.shtm)
- As informações de coordenadas estão relacionadas ao sistema SIRGAS2000, em conformidade com a RPR 01/2015 de 24/02/2015.

#### Localização

Lado sul da praça 22 de outubro, defronte à rua Otacillo de Almeida e próximo à academia ao ar livre e o parque infantil, estando a aproximadamente 85 m à leste da Prefeitura Municipal de Maçambará.

#### Descrição

Cilindro de concreto, medindo 30 cm de diâmetro, altura de 1,2 m e base retangular de 1,3 m x 1,3 m x 30 cm. Possui dispositivo de centragem forçada em seu topo.

#### Itinerário

A partir do trevo de acesso à Maçambará, na rodovia ERS-529, seguir pela Rua Luis Medeiros, por aproximadamente 300 m rumo norte até à Rua Otacillo de Almeida. Dobrar à esquerda e andar por aproximadamente 57,5 m até o local do marco. O vértice estará a aproximadamente 7 m à direita, na praça 22 de outubro.

#### Observação

Homologação de Marco Geodésico

Foto(s)



## ANEXO D – RELATÓRIO DE ESTAÇÃO GEODÉSICA 99698



## Relatório de Estação Geodésica

Estação :	99698	Nome da Estação :	99698	Tipo :	Estação GPS
Município :	MAÇAMBARA				UF : RS
Última Visita:	20/12/2017	Situação Marco Principal :	Bom		

DADOS PLANIALTIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS		DADOS GRAVIMÉTRICOS	
Latitude	29 ° 08 ' 46,71194 " S	Altitude Ortométrica(m)		Gravidade(mGal)	
Longitude	56 ° 03 ' 58,83181 " W	Fonte		Datum	
Altitude Geométrica(m)	116,393	Sigma Altitude(m)		Data Medição	
Fonte	GPS Geodésico	Datum		Data Cálculo	
Origem	Ajustada	Data Medição			
Datum	SIRGAS2000	Data Cálculo			
Data Medição	20/12/2017				
Data Cálculo	26/01/2018				
Sigma Latitude(m)	0,003				
Sigma Longitude(m)	0,003				
Sigma Altitude Geométrica(m)	0,015				
UTM(N)	6.775.444,051				
UTM(E)	590.811,982				
MC	-57				

- Ajustamento Altimétrico Simultâneo da Rede Altimétrica em 15/06/2011 - Relatório em <ftp://geoflp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/relatorioajustamento.pdf>
- Ajustamento Planimétrico SIRGAS2000 em 23/11/2004 e 06/03/2006 - Relatório em [ftp://geoflp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/rel\\_sirgas2000.pdf](ftp://geoflp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/rel_sirgas2000.pdf)
- Para obtenção de Altitude Ortométrica referente a levantamento SAT utilizar o MAPGEO2015 disponível em [http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo\\_geoidal.shtml](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo_geoidal.shtml)
- As informações de coordenadas estão relacionadas ao sistema SIRGAS2000, em conformidade com a RPR 01/2015 de 24/02/2015.

## Localização

Localizado no lado norte da praça 22 de outubro, defronte à rua Wilsom Pires Gavião e próximo ao ginásio municipal de esportes, estando a aproximadamente 130 m à nordeste da Prefeitura Municipal de Maçambará.

## Descrição

Cilindro de concreto, medindo 30 cm de diâmetro, altura de 1,2 m e base retangular de 1,3 m x 1,3 m x 30 cm. Possui dispositivo de centragem forçada em seu topo.

## Itinerário

A partir do trevo de acesso à Maçambará, na rodovia ERS-529, seguir pela Rua Luis Medeiros, por aproximadamente 450 m rumo norte até à Rua Wilsom Pires Gavião. Dobrar à esquerda e andar por aproximadamente 30 m. O vértice estará a aproximadamente 32 m à esquerda, em um dos canteiros da praça 22 de outubro.

## Observação

Homologação de Marco Geodésico

Foto(s) :

