

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**

**GUILHERME AUGUSTO MUZY**

**IMPLANTAÇÃO E HOMOLOGAÇÃO DE VÉRTICES GEODÉSICOS NO CIDADE  
DE ARIQUEMES-RO**

**Itaqui**

**2019**

**GUILHERME AUGUSTO MUZY**

**IMPLANTAÇÃO E HOMOLOGAÇÃO DE VÉRTICES GEODÉSICOS NA CIDADE  
DE ARIQUEMES-RO**

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: Leonard Niero da Silveira

**Itaqui**

**2019**

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) .

M943i Muzy, Guilherme Augusto  
IMPLANTAÇÃO E HOMOLOGAÇÃO DE VÉRTICES GEODÉSICOS NA CIDADE  
DE ARIQUEMES - RO / Guilherme Augusto Muzy.  
38 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade  
Federal do Pampa, ENGENHARIA CARTOGRÁFICA E DE AGRIMENSURA,  
2019.

"Orientação: Leonard Niero da Silveira".

1. Vértice. 2. Geodésia. 3. Cartografia. 4. Homologação. I.  
Título.

**GUILHERME AUGUSTO MUZY**

**IMPLANTAÇÃO E HOMOLOGAÇÃO DE VÉRTICES GEODÉSICOS NA CIDADE  
DE ARIQUEMES-RO**

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.

Itaqui-RS, 10 de Dezembro de 2019.

Banca examinadora:

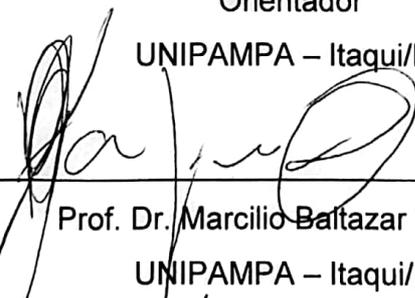


---

Prof. Me. Leonard Niero da Silveira

Orientador

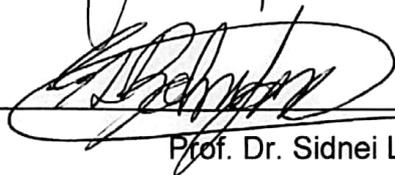
UNIPAMPA – Itaqui/RS



---

Prof. Dr. Marcilio Baltazar Teixeira

UNIPAMPA – Itaqui/RS



---

Prof. Dr. Sidnei Luís Bohn Gass

UNIPAMPA – Itaqui/RS

## AGRADECIMENTO

Minha eterna gratidão a meus pais Maria do Carmo e Ivair Muzy, que sempre lutaram para dar uma educação de qualidade a mim e meus irmãos, nunca deixando faltar o pão de cada dia dentro de nosso lar.

Agradeço as minhas irmãs: Maria Stella e Sylvia Letícia por sempre me inspirarem a ir mais além, nunca desistir e saber que sempre haverá um lugar para retornar. Ao meu irmão Henrique agradeço o companheirismo e a proteção que sempre me acolheu, não estaria aqui se não fossem essas pessoas as mais importantes de minha vida.

As minhas sobrinhas que são a razão de eu estar nesta graduação e querer um futuro melhor para elas. Amo vocês.

Aos meus irmãos de consideração que mesmo estando do outro lado do mundo sempre me ajudam e me incentivam: Renan Fujitani e Renata Fujitani.

Ao meu Professor Orientador Mestre Leonard Niero da Silveira, por me mostrar que independente de tudo ou até mesmo de todos, se há um único aluno querendo aprender vale a pena ensinar e passar seu conhecimento a diante.

Aos meus ex-alunos de Ariquemes, me deram força e me incentivaram a seguir em frente, em especial: Valcione Gretzler e Elias dos Santos da Conceição.

Aos meus amigos e colegas do Rio Grande do Sul que me aturam todas as vezes que a preocupação com o curso e com o TCC batem em minha porta: Elaine, Mireli, Vinicius Martins, Bruna, Samuel Tarso, Daniel Ciro, Rafael Teixeira, Maurycio Oviedo, José, Ketolyn, Paula, Tiago, Mariane, Aguiar, João Vitor, Lucas S, Marcela N, Sabryna M, Renan M. dentre tantos outros que sempre me apoiaram durante esta graduação.

Aos meus amigos de Rondônia que sempre mantiveram torcida para o meu crescimento: Geiliani, Tequeila, Diego Rigoni, Layani Cioffi, Fernanda Costa, Judson, Halana, Gustavo Martins.

A minha segunda família que me viu crescer e sempre se preocupou comigo: Tia Irene, Ângela e Zilar, muito obrigado por se importarem comigo e com minha família.

A Prefeitura de Ariquemes e aos seus funcionários que demonstraram comprometimento a este projeto e não mediram esforços para que este se concretizasse.

“Pinto que acompanha pato morre afogado”.

Autor Desconhecido.

## RESUMO

Todas as cidades brasileiras consideradas de médio ou grande porte devem ser dotadas de uma base cartográfica confiável e uma rede de referência geodésica consistente, incluindo marcos e referências de nível (RNs). A implantação de vértices geodésicos assim como referências de nível tem como pré-requisito os conhecimentos básicos nas áreas de geodesia, topografia e cartografia. Os vértices geodésicos a serem homologados devem seguir os procedimentos exigidos nas normas existentes, como por exemplo, as normas para levantamentos geodésicos expedidas pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), por isso a construção e obtenção de dados também devem seguir rigorosamente as diretrizes sugeridas pelas normas. Para o município de Ariquemes-RO foram implantados dois vértices geodésicos, sendo um pilar geodésico de centragem forçada (coordenadas planimétricas e altitude elipsoidal) e um marco no formato tronco de pirâmide representando a referência de nível (coordenada vertical – altitude normal a ser transportada), ambos construídos em área pública, junto a prefeitura municipal de Ariquemes. Para o rastreamento GNSS, no intuito de prover a homologação do pilar geodésico, foram utilizados receptores multifrequência e os dados coletados submetidos ao IBGE em arquivos no formato RINEX. A referência de nível foi construída e será estabelecida a partir do nivelamento geométrico com a altitude normal determinada a partir dos vértices oficiais da rede altimétrica de alta precisão do sistema geodésico brasileiro (SGB). Com este trabalho dotou-se a cidade de vértices a serem oficializados e que poderão ser o ponto de partida para uma rede de referência cadastral municipal, possibilitando trabalhos de qualidade assim como aplicações técnico-científicas como os parâmetros necessários para um futuro sistema de projeção cartográfica exclusiva para o município (determinação dos parâmetros ideais).

Palavras-Chave: Vértice. Geodésia. Cartografia. Homologação.

## ABSTRACT

All Brazilian cities considered use for medium or large size must have a reliable cartographic base and a consistent geodetic reference network, including landmarks and level references (RNs). The Implantation of geodetic points, as level references, has prerequisite basic knowledge in geodesy areas, topography and cartography. The geodetic vertices to be approved must follow procedures required by current standards, such as standards for geodetic surveys issued by IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics), the construction and testing of data must also be strictly followed, suggested by standards. For Ariquemes-RO municipality, two geodesic axis were implanted: a forced centered geodetic pillar (planimetric and ellipsoidal altitude coordinates) and a pyramid trunk shape in relation to a level indication, both built in public area, near Ariquemes municipality. For GNSS screening, with no intention providing approval geodesic pillar, multifrequent receivers and data collected using IBGE in RINEX format files were used. A level reference has been constructed and will be allowed from geometric level with a normal limited altitude from official vehicles of Brazilian Geodetic System (SGB) high precision altimeter network. With this work, you can define starting points for a municipal cadastral registration network, enabling quality work as technical-scientific applications as testing for a future cartographic projection system, exclusive to municipality (determination of ideal parameters).

Keywords: Point. Geodesy. Cartography. Homologation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Elipsoide de Revolução.....	14
Figura 02 – Mapa de localização da área de estudo.....	17
Figura 03 – Foto panorâmica da área de implantação do pilar geodésico .....	18
Figura 04 – Foto panorâmica da área de implantação da referência de nível (RN)	18
Figura 05 – Vista da chapa em perfil.....	19
Figura 06 – Estampa da chapa .....	20
Figura 07 – Dimensões do marco de referência de nível.....	20
Figura 08 – Esquema de implantação do marco de referência de nível.....	21
Figura 09 – Base adicional de proteção vista de perfil.....	21
Figura 10 – Base adicional de proteção vista em planta baixa com o marco.....	22
Figura 11 – Vista superior de estrutura pilar geodésico .....	23
Figura 12 – Esquema e dimensões do pilar geodésico .....	23
Figura 13 – Modelo tridimensional do pilar geodésico .....	24
Figura 14 – vista frontal do pilar geodésico.....	24
Figura 15 – Dispositivo de centragem forçada dotado de aparato de proteção do parafuso universal.....	25
Figura 16 – Pilar geodésico de centragem forçada.....	25
Figura 17 – Dispositivo de centragem forçada.....	26
Figura 18 – Marco de referência de nível.....	26
Figura 19 – Relatório de Estação Geodésica 99758.....	27

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>12</b>
<b>3 OBJETIVOS .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 Objetivo geral .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>13</b>
<b>4 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>13</b>
<b>4.1 Geodésia.....</b>	<b>13</b>
<b>4.2 Superfície de referência .....</b>	<b>13</b>
<b>4.2.1 Geoide.....</b>	<b>13</b>
<b>4.2.2 Elipsóide.....</b>	<b>13</b>
<b>4.2.3 Datum.....</b>	<b>14</b>
<b>4.2.4 Altitude geométrica .....</b>	<b>15</b>
<b>4.3 Método GNSS relativo estático.....</b>	<b>15</b>
<b>4.4 Nivelamento geométrico .....</b>	<b>16</b>
<b>4.5 Rede de controle Vertical.....</b>	<b>16</b>
<b>4.6 Base cartográfica.....</b>	<b>16</b>
<b>4.7 Rede de Referência Cadastral .....</b>	<b>16</b>
<b>4.8 Planta cadastral municipal.....</b>	<b>17</b>
<b>5 MATERIAIS E METODOS.....</b>	<b>17</b>
<b>5.1 Chapas de identificação .....</b>	<b>19</b>
<b>5.2 Marco padrão .....</b>	<b>20</b>
<b>5.3 Pilares geodésicos .....</b>	<b>22</b>
<b>5.4 Rastreio para homologação.....</b>	<b>25</b>
<b>6 RESULTADOS E DISCUÇÕES .....</b>	<b>25</b>
<b>7 CONCLUSÃO.....</b>	<b>27</b>
<b>8 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>29</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>31</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Embora haja a possibilidade de efetuar o transporte de altitude a partir dos modelos geoidais, que são bastante importantes devido a necessidade das altitudes serem referenciadas a partir das superfícies equipotenciais, a adoção de referências de nível no perímetro urbano permite o transporte direto por meio do nivelamento geométrico, possibilitando ganho de qualidade. Partindo dessa premissa, deve-se dotar o município de uma RN de referência oficial, em região central para evitar depredações, possibilitando o uso técnico-científico de suas informações, inclusive para cadastro técnico urbano.

Da mesma forma, a existência de um pilar geodésico oficial melhor localizado facilita os trabalhos de transporte de coordenadas planimétricas e altitude elipsoidal do centro da cidade para a periferia de maneira mais sistematizada e organizada, além de promover maior eficiência nos processos de levantamento geodésico.

O sistema Geodésico Brasileiro (SGB), segundo a NBR13133 (ABNT, 1994), é um conjunto de pontos geodésicos descritos na superfície terrestre, implantados e materializados dentro do território nacional.

O estabelecimento de estações geodésicas planimétricas e altimétricas no centro da cidade de Ariquemes – RO serve também aos propósitos de futura ampliação da rede, traduzindo-se no estabelecimento de uma rede de referência cadastral municipal mais densa além de estudos mais aprofundados para o estabelecimento de um sistema de projeção cartográfica exclusiva para o município. Uma vez que Ariquemes está localizada nas proximidades do meridiano central do fuso UTM, o que pode trazer alguns problemas no mapeamento e, principalmente, bases cartográficas com o intuito de se construir projetos e favorecer a execução de obras, onde a distorção linear é um problema importante.

De acordo com o Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no ano de 2010, havia no município de Ariquemes, 90.353 habitantes (IBGE – Cidades, 2010), em 2019, o IBGE estimou 107.863 habitantes (IBGE – Cidades, 2019). Ocorrendo em 9 anos um crescimento populacional de mais de 18% (16.490 habitantes), havendo um aumento da infraestrutura municipal. Assim, Ariquemes se apresenta como uma cidade com expressiva modificação urbana. O plano diretor municipal de Ariquemes (Lei 1273/06) inibe a implantação de edificações residenciais

familiar ou multifamiliar com mais de quatro pavimentos, forçando o desenvolvimento horizontal da cidade.

## **2 JUSTIFICATIVA**

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a cidade de Ariquemes possui marco geodésico no padrão tronco de pirâmide localizado no bairro Marechal Rondon, o marco possui duas chapas de localização sendo uma referente ao sistema planimétrico com datação de 1973 e outra referente ao sistema altimétrico datada de 1974.

A presença de duas chapas de identificação, relacionadas a dois sistemas discrepantes em um mesmo marco, ocasiona dificuldade por parte dos que realizam trabalhos topográficos na cidade de Ariquemes.

De acordo IBGE, o ex-prefeito da cidade de Porto-Velho, e idealizador da cidade de Ariquemes, Antônio Carlos Cabral Carpinteiro, determinou a transferência da sede do Distrito, onde se localiza o bairro Marechal Rondon para outro local próximo a BR-364, sendo instalada a cidade planejada inicialmente dividida em setores: Institucional, Industrial, Comercial e Residencial.

Com o desenvolvimento da área urbana de Ariquemes em sentido contrário ao bairro Marechal Rondon, o marco geodésico acabou ficando localizado na periferia da cidade, o que acaba dificultando o transporte de altitudes para outros pontos dentro da cidade. Logo, a implantação de dois vértices, sendo um relacionado ao sistema geodésico e outro a referência de nível na região central da cidade de Ariquemes, auxilia transportes de coordenadas para áreas opostas ao bairro Marechal Rondon, e facilitação no desenvolvimento de uma futura rede cadastral para a cidade de Ariquemes.

## **3 OBJETIVOS**

### **3.1 Objetivo geral**

O objetivo do projeto é dotar a cidade de Ariquemes-RO de dois vértices referenciados ao SGB, um pilar geodésico e uma referência de nível.

### 3.2 Objetivos específicos

- ✓ Planejar a determinação de pontos dentro do perímetro urbano de Ariquemes;
- ✓ Construir os vértices geodésicos e seus azimutes (que também constituirão as referências de nível);
- ✓ Homologar os vértices junto ao IBGE;

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 Geodésia

Helmert (1880), “a geodésia ( $\gamma\eta$  = Terra,  $\delta\alpha\iota\omega$  = divisão) é a ciência de mensurar e representar a superfície terrestre” (TORGE; MÜLLER, 2012 apud HELMERT, 1880). A geodésia é a ciência que se ocupa do estudo da forma e dimensões da Terra, incluindo seu campo de gravidade e variação temporal (VANÍČEK, 1976).

### 4.2 Superfície de referência

#### 4.2.1 Geoide

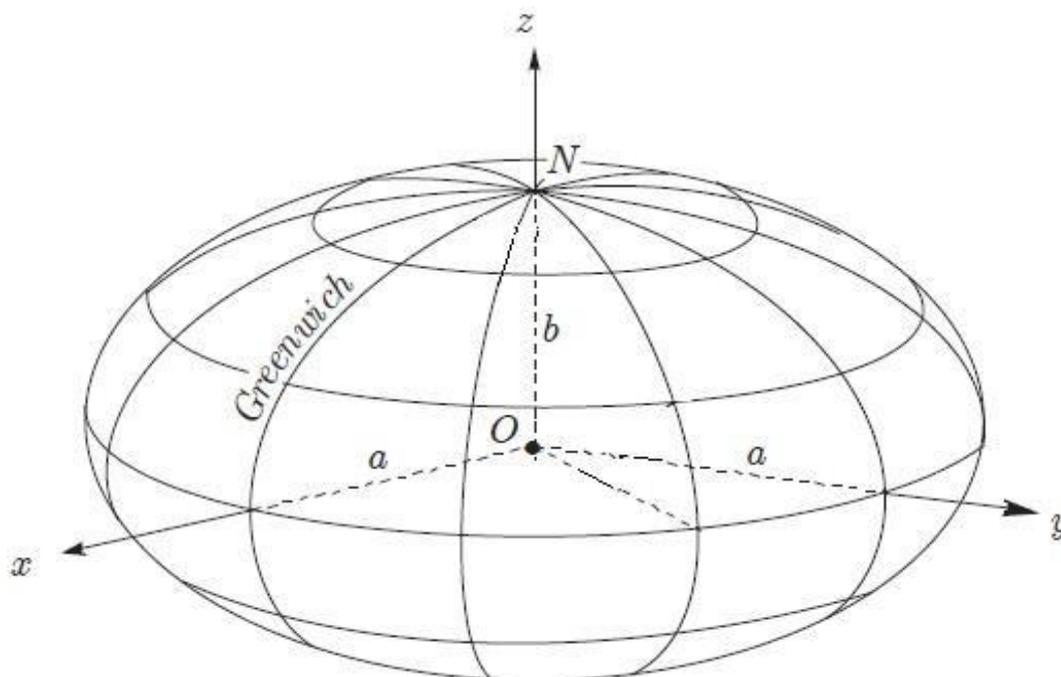
O geóide é uma superfície equipotencial, sendo o geope fundamental, sendo a que mais se aproxima do nível médio dos mares (TULER & SARAIVA 2016). De acordo com Ghilani et al. (2013), o geóide se trata de uma superfície equipotencial gravitacional, que independentemente da posição será perpendicular à direção da gravidade, possuindo forma irregular devido às variações da distribuição de massa e rotação da Terra.

#### 4.2.2 Elipsóide

Tuler (2016) descreve o elipsóide de revolução como sendo uma figura matemática que mais se aproxima da verdadeira forma equipotencial da Terra (geóide) e na qual pode-se estabelecer relações matemáticas para a determinação de

seus parâmetros. O elipsóide conforme demonstrado na Figura 01, origina-se da rotação de uma elipse em torno de seu eixo polar, sendo a figura mais importante nos estudos da geodésia geométrica e geodésia aplicada.

Figura 01: Elipsoide de Revolução



Fonte: Adaptado de (DEAKIN; HUNTER, 2010).

#### 4.2.3 Datum

O *datum* geodésico é um conjunto de parâmetros e constantes que definem um sistema de coordenadas, orientação e forma, que estão vinculados a um ponto na superfície da Terra (FERNANDES & NOGUEIRA, 2010). O *datum* pode ser horizontal ou vertical.

De acordo com Silveira (2009) o *datum* horizontal é a origem de um sistema geodésico em relação as suas coordenadas horizontais. Em fevereiro de 2015 foi estabelecido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) que o *datum* horizontal a ser adotado, com orientação geocêntrica, é o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS), após dez anos de período de transição na qual também houve o antigo sistema geodésico de referência brasileiro, o SAD69, de orientação topocêntrica, o SIRGAS 2000 passou a ser o sistema geodésico de referência exclusivo.

O *datum* vertical é qualquer superfície de nível em que suas elevações são referenciadas, recebendo arbitrariamente uma elevação de valor zero (GHILANI & WOLF, 2013). A origem do *datum* vertical está relacionada à análise de observações do nível médio do mar (NMM). O Brasil possui dois *data* verticais, sendo o marégrafo de Imbituba-SC que serve como referência para maior parte do território nacional e o marégrafo de Santana, localizado no porto de Santana-AP que abrange somente o território do Amapá (SILVEIRA, 2009).

#### **4.2.4 Altitude geométrica**

Altitude geométrica ( $h$ ) ou elipsóidica é a distância contada ao longo da normal, da superfície do elipsoide, que é o modelo matemático que melhor representa a verdadeira forma da Terra, a um ponto na superfície topográfica, sendo obtida por meio de receptores dos sistemas de posicionamento baseados em satélites artificiais como o GNSS (CASTRO, 2002).

#### **4.3 Método GNSS relativo estático**

O método relativo estático de posicionamento utilizando o GNSS consiste em um receptor instalado sobre um ponto de coordenadas conhecidas (ponto base) que serve como referência para a determinação das coordenadas de outros pontos, cuja as coordenadas se deseja determinar. A determinação destas coordenadas pode ser feita por meio do pós-processamento dos dados ou em tempo real via *link* de rádio.

Para a realização do posicionamento relativo, o usuário deve dispor de dois ou mais receptores que rastreiem, simultaneamente, os mesmos satélites, no entanto, com o surgimento dos Sistemas de Controle Ativos (SCA), o usuário utilizará apenas um receptor para efetuar o posicionamento relativo, necessitando do acesso aos dados de uma ou mais estações vinculados ao SCA, como exemplo, a RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo) (MONICO, 2006).

#### **4.4 Nivelamento geométrico**

De acordo com a NBR 13133 Nivelamento que realiza a medida da diferença de nível entre pontos do terreno por intermédio de leituras correspondentes a visadas horizontais, obtidas com um nível, em miras colocadas verticalmente nos referidos pontos.

#### **4.5 Rede de controle Vertical**

Conforme CASTAÑEDA (1986), as redes de controle vertical são estações terrestres onde as altitudes ortométrica (H), foram determinadas. Tendo latitude e longitude referenciadas a algum sistema geodésico.

#### **4.6 Base cartográfica**

Para a realização do cadastramento técnico há necessidade de se ter uma base cartográfica consistente e bem distribuída a fim de atender todas necessidades da cidade. A NBR 14166 de 1998 diz que:

“A base cartográfica é 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.”

#### **4.7 Rede de Referência Cadastral**

Segundo a NBR 14166 (1998) trata-se de uma rede de apoio de esfera municipal, destinando-se a projetos, cadastros ou e gerenciamento de obras, constituída por pontos de coordenadas planimétricas, materializados, referenciados ao SGB e a um mesmo sistema de representação cartográfica, permitindo amarrações e conseqüentemente a incorporação de trabalhos topográficos e cartográficos e manutenção da Planta Cadastral Municipal e Planta Geral do Município.

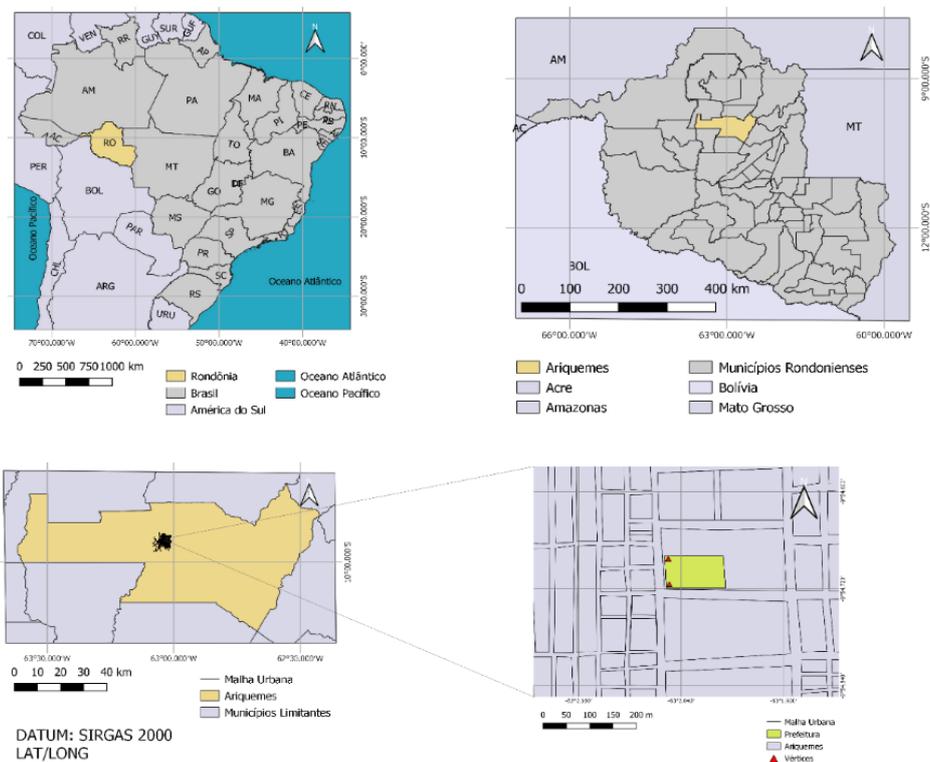
## 4.8 Planta cadastral municipal

De acordo com a NBR 14166 (1998) é uma planta na escala 1:1000 com finalidade para os estudos sobre alinhamentos, nivelamentos e emplacamento de edificações, sendo base para o cadastro de infra-estrutura urbana, apoiando no cadastro imobiliário fiscal e cadastro fundiário para registros públicos.

## 5 MATERIAIS E METODOS

O IBGE enfatiza que, Ariquemes é um dos 52 municípios do estado de Rondônia, região Norte do Brasil, possuindo uma área de 4.427km<sup>2</sup> e área urbana com 16.260km<sup>2</sup>, tem seu nome em homenagem a tribo extinta de indígenas Arikeme. Seu perímetro é limitante com os municípios: Alto Paraíso, Buritis, Cacaúlândia, Jarú, Machadinho d' Oeste, Monte Negro, Rio Crespo e Theobroma. Demonstrado pela Figura 02.

Figura 02: Mapa de localização da área de estudos



Fonte: Do autor

O marco geodésico de centragem forçada está localizado na intersecção da Avenida Tancredo Neves seguindo um alinhamento Norte-Sul com a Rua Rio Madeira seguindo alinhamento Leste-Oeste, tendo como ponto de referência a Prefeitura municipal de Ariquemes-RO, como demonstrado pela Figura 03.

Figura 03: Foto panorâmica da área de implantação do pilar geodésico



Fonte: Do autor

O Marco de referência de nível está implantado a Leste da Avenida Tancredo Neves em frente a Prefeitura municipal de Ariquemes-RO, representada na Figura 04.

Figura 04: Foto panorâmica da área de implantação da referência de nível (RN)



Fonte: Do autor

Os trabalhos foram executados em uma parceria entre a empresa TopGold, a Prefeitura Municipal de Ariquemes e da Universidade Federal do Pampa.

A Prefeitura Municipal de Ariquemes disponibilizou os espaços físicos, materiais e realizou a construção dos vértices geodésicos, sendo que empresa TopGold prestou acessória em campo para fins de homologação junto ao IBGE.

Para a construção do pilar geodésico foram utilizados 0,928 m<sup>3</sup> de concreto, 30 m de ferragens, 1,30 m de tubo de PVC com 300 mm de diâmetro, dispositivo de centragem forçada padrão UFPR, madeira de caixaria para a forma da base do marco (1,00 m x 1,00 m x 0,30 m), tinta na cor laranja para acabamento e chapa de identificação para o vértice.

Para a construção da referência de nível foram necessários 0,374 m<sup>3</sup> de concreto, madeira de caixaria para a forma ou forma de aço, tinta na cor laranja para acabamento e chapa de identificação para o vértice.

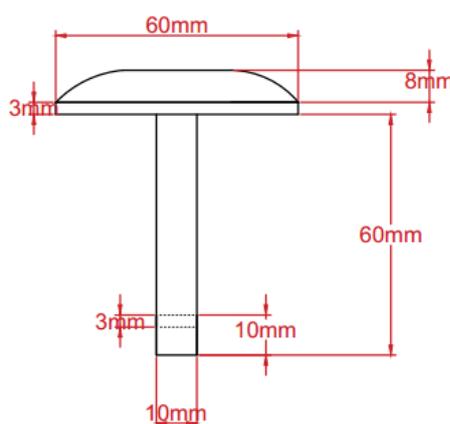
Para o processo de homologação do pilar geodésico foi utilizado como referência a norma do IBGE para a homologação de vértice implantados por outras instituições que orienta a ocupação e rastreamento em quatro seções de seis horas, com intervalo entre seções de uma a quarenta e oito horas, utilizando o método estático. Processamento de dados será efetuado pelo IBGE, assim como o ajustamento, análise de dados e disponibilização dos dados ao público.

Para o rastreamento foi utilizado um receptor marca Topcon, modelo Hiper V, com capacidade de sintonizar os sinais dos satélites constituintes do sistema GNSS (GPS, Glonass) por meio das faixas de frequência da banda L (L1/L2), com precisão nominal de  $\pm (3 \text{ mm} + 0,1 \text{ ppm})$  para posicionamento estático.

### 5.1 Chapas de identificação

Segundo o IBGE (2008) a chapa é uma peça metálica que identifica a estação definindo o ponto de referência da estação ou destinando-se exclusivamente a identificar a estação. A confecção da chapa deve seguir o modelo apresentado na figura 05.

Figura 05 – Vista da chapa em perfil



Fonte: Adaptado de IBGE.

A chapa deve conter em seu topo a identificação do vértice conforme mostrado na figura 06, entretanto a identificação 0001 não deverá ser estampada durante o processo de fabricação da chapa pois a mesma será estampada durante a implantação do vértice.

Figura 06: Estampa da chapa.



Fonte: Do autor

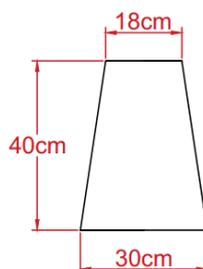
Para o projeto foi necessária 01 chapa de identificação para o vértice geodésico.

## 5.2 Marco padrão

Os marcos padrão serão utilizados para a materialização da Referência de Nível.

De acordo com o IBGE, a construção dos marcos deve possuir tronco de pirâmide e seguir as dimensões demonstradas na Figura 07.

Figura 07: Dimensões do marco de referência de nível.



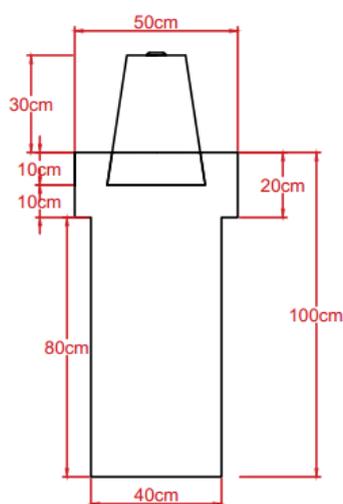
Fonte: Adaptado de IBGE

Para construção das formas do marco para a referência de nível adotou-se traçado da mistura na proporção 1x3x3 sendo cimento, areia e pedra brita nº 0(zero)

ou 1 (um) respectivamente, o molde foi confeccionado antecipadamente e passado óleo queimado para facilitar a extração da forma. Fixando a chapa de identificação no topo do marco, após a massa adquirir consistência suficiente

Para a implantação do marco será necessária a abertura de uma cava com 50 cm de lado com 20 cm de profundidade ou 10 cm de profundidade para que se mantenha uma plataforma de 10 cm exposta. Dentro desta cava, efetuar outra cava com 40 cm de lado e 80 cm de profundidade, como exposta pela Figura 08.

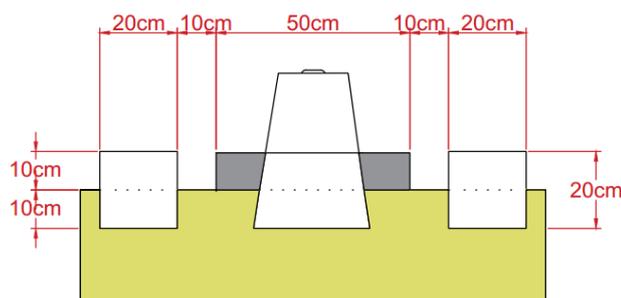
Figura 08: Esquema de implantação do marco de referência de nível.



Fonte: Adaptado de IBGE

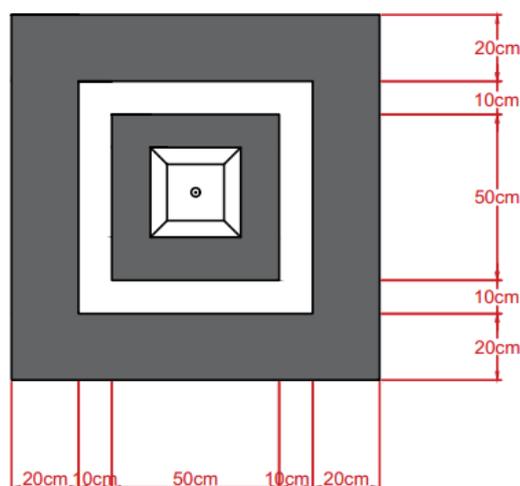
Também deverá ser providenciada uma base adicional de proteção construída com as seguintes dimensões: 110 cm de base por 20 cm de altura por 20 cm de largura, distanciando-se 10 cm da plataforma do marco, demonstrado na Figura 09 (vista de perfil) e na Figura 10.

Figura 09: Base adicional de proteção vista de perfil



Fonte: Adaptado de IBGE

Figura 10: Base adicional de proteção vista em planta baixa com o marco



Fonte: Adaptado de IBGE

Foi implantado 1 (um) marco com tronco de pirâmide.

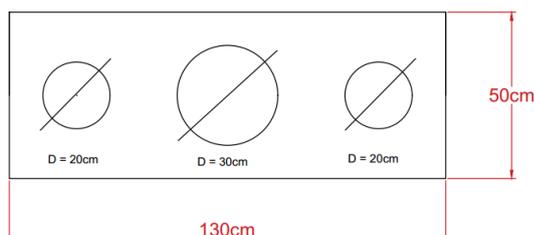
### 5.3 Pilares geodésicos

A construção dos pilares geodésicos segue a norma de padronização do IBGE, que conota a localização do monumento em área que apresente as devidas características: pública, segura; solo firme; fácil acesso; horizonte livre; preferencialmente próximos a fontes de energias elétricas, afastada de corpos d'água, estruturas metálicas e de alvenaria que possam causar multicaminhamento dos sinais captados pelo receptores GNSS. A construção foi realizada usando uma cova de 0,6m de profundidade com 1,4m de comprimento por 0,5m de largura, a uma distância de 0,2m de cada extremidade da cava foi aberto dois buracos com 0,2m de diâmetro utilizando um trado até encontrar solo resistente, expressado na Figura 11. Implantou estacas de ferragens (3/8 de polegadas) com pontos de amarração na mesma metragem dos buracos realizados com o trado, construiu-se radier com 1,30m x 0,40m. Seguindo a amarração na ordem: estacas, radier e pilar usando arame recozido à armação de ferro da estaca. Após inserção do molde da base retangular, foi introduzido massa até cobri-lo totalmente.

O tubo de PVC foi implantado com o auxílio de um fio de prumo de pedreiro e colocado escoras para a concretagem do marco não cedesse. Foi colocado após a

concretagem um disco de madeira das mesmas dimensões do disco de alumínio. Com a cura parcial do concreto foi colocado o disco de alumínio definitivo, o qual ficou fixado pelo parafuso de centragem forçada. Nivelados com equipamentos específicos e fixados com epóxi.

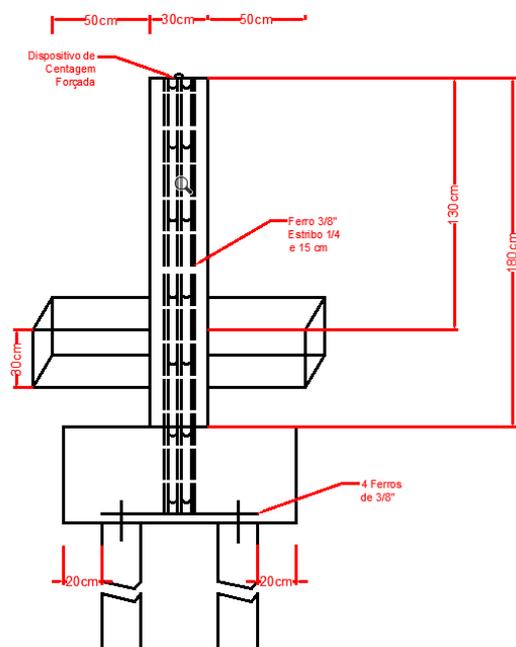
Figura 11: Vista superior da estrutura pilar geodésico



Fonte: Adaptado de IBGE

O modelo de pilar geodésico está representado pela Figura 12, com suas devidas dimensões para a implantação.

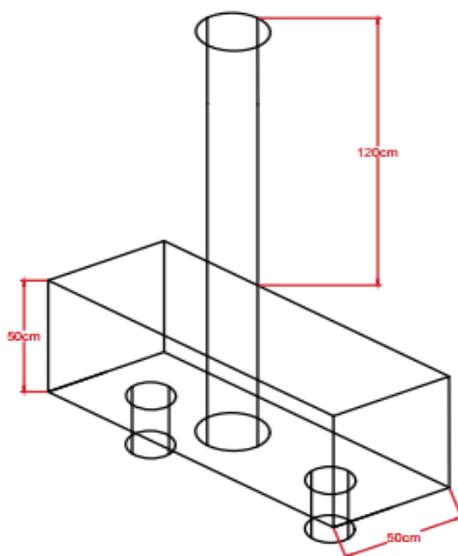
Figura 12: Esquema e Dimensões do pilar geodésico



Fonte: Adaptado de IBGE

Para facilitar a visualização e dimensionamento pela equipe de obras foi desenvolvido um modelo tridimensional apresentado na Figura 13.

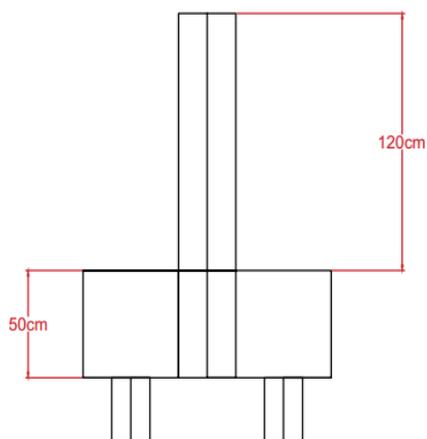
Figura 13: Modelo tridimensional do pilar geodésico



Fonte: Adaptado de IBGE

Para auxiliar na noção de profundidade foi esquematizado a Figura 14.

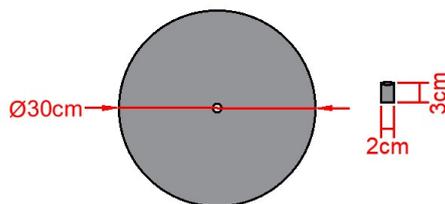
Figura 14: Vista Frontal do pilar geodésico



Fonte: Adaptado de IBGE

O disco do dispositivo de centragem forçada foi fabricado de alumínio com 30 cm de diâmetro e espessura de 3 cm com um furo para embutir o pino que é construído conforme o modelo mostrado na figura 15, porém sem partes móveis para evitar fadiga do material por esforço repetitivo, sobrecarga ou intempéries.

Figura 15: Dispositivo de centragem forçada dotado de aparato para proteção do parafuso universal.



Fonte: Adaptado do IBGE

#### 5.4 Rastreio para homologação

Para a homologação do marco geodésico de centragem forçado, foram realizadas quatro sessões de rastreios com duração de seis horas cada uma, com intervalo de uma hora entre as cada sessões, ao qual este tempo entre as sessões podem variar até quarenta e oito horas.

## 6 RESULTADOS E DISCUÇÕES

O Pilar geodésico foi construído e realizado rastreios conforme as normas do IBGE, já homologado e fazendo parte do sistema geodésico brasileiro.

Figura 16: Pilar geodésico de centragem forçada



Fonte: Do autor

Na impossibilidade da aquisição do dispositivo de centragem forçada pronto, foi encomendado junto a uma empresa local a fundição de material reciclado (alumínio), onde foi modelado pelo torneiro mecânico da prefeitura de Ariquemes e implantado no topo do Pilar geodésico pela equipe de obras da prefeitura. O dispositivo de centragem forçada (figura 17) ficou com qualidade similar ao disponível no mercado, porém, com um custo menor, pois o dispêndio financeiro foi apenas com a mão de obra.

Figura 17: Dispositivo de centragem forçada



Fonte: Do autor

O Marco de Referência de nível foi construído e aguarda o transporte da componente vertical, por meio do nivelamento geométrico. Onde a Prefeitura Municipal de Ariquemes, se comprometeu junto a sua equipe topográfica em obter o equipamento que segue as exigências do IBGE para a realizar os trabalhos.

Figura 18 – Marco de referência de nível



Fonte: Do autor

A instalação da chapa da referência de nível será feita quando iniciar os trabalhos de transporte de altitude.

No dia 10 de Dezembro de 2019, ocorreu através do IBGE (IBGE, 2019) a homologação do vértice geodésico, inteligando-o assim ao SGB com coordenadas latitude 09°54'44,17538" S e longitude 63°02'03,06036"W com uma altitude Geométrica de 158,225 m como observado na figura 19.

Figura19: Relatório de Estação Geodésica 99758

DADOS PLANIALTIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS		DADOS GRAVIMÉTRICOS	
Latitude	09° 54' 44,17538" S	Altitude Ortométrica(m)		Gravidade(mGal)	
Longitude	63° 02' 03,06036" W	Fonte		Datum	
Altitude Geométrica(m)	158,226	Sigma Altitude(m)		Data Medição	
Fonte	GPS Geodésico	Datum		Data Cálculo	
Origem	Ajustada	Data Medição			
Datum	SIRGAS2000	Data Cálculo			
Data Medição	15/08/2019				
Data Cálculo	10/12/2019				
Sigma Latitude(m)	0,005				
Sigma Longitude(m)	0,005				
Sigma Altitude Geométrica(m)	0,023				
UTM(N)	8.904.286.925				
UTM(E)	496.252.648				
MC	-63				

Fonte: IBGE

A implantação dos vértices na região central da cidade de Ariquemes, auxilia direta no desenvolvimento de futuras obras civis e desenvolvimento de uma rede cadastral municipal, que auxiliará o desenvolvimento da cidade e região do Vale do Jamari.

## 7 CONCLUSÃO

Foram implantados os vértices geodésicos, enviados os dados para o IBGE e aguarda-se a homologação do pilar geodésico. O transporte de altitude ortométrica foi postergada devido à falta de acesso aos equipamentos necessários para a execução dos trabalhos, devendo ser efetuados até o primeiro semestre de 2020.

Após a implantação dos vértices e conseqüentemente os rastreios (e sua submissão), o pilar geodésico foi homologado e a disponibilização dos dados ao público realizado pelo IBGE.

Tendo-se valores acurados de coordenadas horizontais e altitudes, irradiados para vértices da rede de referência cadastral, dão subsídios para a determinação dos parâmetros ideais para a implantação de um sistema de projeção cartográfica exclusivo para o município de Ariquemes, visando minimizar os efeitos da curvatura terrestre para a aplicação em projetos e obras urbanas além de gestão do território municipal.

Ante ao que foi supracitado, para a complementação dos trabalhos, sugere-se a implantação de uma rede cadastral municipal com vértices espalhados pelo perímetro urbano da cidade, cujo o vértice principal é o pilar geodésico central, prevendo a aplicação no georreferenciamento de imóveis urbanos.

Com o transporte das coordenadas altimétricas para a referência de nível, haverá a facilitação para a implantação de obras importantes para o perímetro urbano como rede de abastecimento de água e coleta de esgoto.

## 8 REFERÊNCIAS

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

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Referências bibliográficas* : **NBR 14166 – Rede de Referência Cadastral Municipal: Procedimento**. Rio de Janeiro : 1998.

Castañeda, Rafael March. **Ensaio para determinação de parâmetros de transformação entre o SAD-69 e o NSWS-9Z2**. Curitiba. 180p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, 1982.

CASTRO, A. L. P. d. **Nivelamento através do GPS**: avaliação e proposição de estratégias. Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2002.

A. O. G. F. **National geodetic survey**. 1976. Disponível em: <[https://www.ngs.noaa.gov/GEOID/PRESENTATIONS/2007\\_02\\_24\\_CCPS/Roman\\_A\\_PLSC2007notes.pdf](https://www.ngs.noaa.gov/GEOID/PRESENTATIONS/2007_02_24_CCPS/Roman_A_PLSC2007notes.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2019.

DEAKIN, R.; HUNTER, M. **Geometric geodesy part a**. Lecture Notes, School of Mathematical & Geospatial Sciences, RMIT University, Melbourne, Australia, 2010.

FERNANDES, V. de O.; Nogueira, R. N. . **Conseqüências da mudança de datum na representação cartográfica direcionada para ambiente SIG**. Portal de Cartografia, v. 3, p. 5-61, 2010.

GEMAEL, C. **Introdução ao ajustamento de observações: aplicações geodésicas**. : Editora UFPr, 1994.

GHILANI, C. D; WOLF P.R. **Geomática**. –São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.

IBGE - **Ariquemes, Rondônia - RO, Histórico**,  
 <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/dtbs/rondonia/ariquemes.pdf>> Acessado em: 11 de dez. 2019.

IBGE - **Banco de dados geodésicos**,  
 <<http://www.bdg.ibge.gov.br/bdg/pdf/relatorio.asp?L1=91242>> Acessado em: 11 dez. 2019.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Padronização de Marcos Geodésicos**. Rio de Janeiro, 2008.

IBGE - **Município de Ariquemes Rondônia**,  
 <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/ariquemes/panorama>> Acessado em : 12 de dez. 2019.

JEKELI, C. **Geometric reference systems in geodesy**. 2006.

POLEZEL, W.G.C. ; SOUZA, E M ; MONICO, J F G . Método de Posicionamento Relativo por Satélite GPS com Correção do Efeito do Multicaminho em Estações de Referência: Formulação Matemática, Resultados e Análises. **TEMA - Tendências em Matemática Aplicada e Computacional**, v. 9, p. 133-142, 2008.

SEEBER, G. **Satellite geodesy: foundations, methods, and applications**. : Walter de gruyter, 2003.

SILVEIRA, L. N. **Refinamento Do Modelo Geoidal Brasileiro Para O Sul De Santa Catarina**, Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal De Santa Maria (RS), Programa De Pós-Graduação em Geomática. 2009. f 117.

TORGE, W.; MÜLLER, J. **Geodesy**. : Walter de Gruyter, 2012.

VANÍČEK, P. **Physical Geodesy II**. : Department of Surveying Engineering, University of New Brunswick, 1976.

## **ANEXOS**







## Termo de Compromisso para Homologação de Marcos Geodésicos

Este instrumento é um termo de compromisso entre a Universidade Federal do Pampa e a Prefeitura Municipal de Ariquemes – RO, representadas pelo discente Guilherme Augusto Muzy na condição de proponente do(s) marco(s) geodésico(s) destinado(s) à homologação e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) na condição de coordenador do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) e portanto responsável pela homologação de marcos geodésicos, habilitando estes marcos a serem parte integrante do SGB. No contexto deste compromisso as seguintes cláusulas deverão ser respeitadas, sendo elas:

### 1. Da Concessão de Uso e Divulgação dos Dados

Este termo concede ao proponente, o direito de uso dos resultados da homologação do(s) marco(s) realizada pelo IBGE, produzidos a partir dos dados e observações GPS submetidos pelo proponente ao IBGE para fins de homologação segundo instruções estabelecidas e divulgadas pelo IBGE. Para tal, o proponente se compromete a:

- 1.1. No caso de **estação ativa**, disponibilizar gratuitamente os dados GPS coletados no(s) marco(s) geodésico(s) homologado(s), obrigatoriamente em formato RINEX, por meio de sítio web e/ou sítio ftp e/ou através de cópias em mídia magnética (CD ROM ou DVD) a todos os usuários que os solicitarem, sem qualquer ônus aos mesmos, exceto quando os dados forem fornecidos por meio de mídia magnética, onde será permitida retribuição financeira equivalente aos custos da mídia magnética e da postagem.
- 1.2. No caso de **estação passiva**, garantir o acesso a qualquer usuário que necessite ocupar o(s) marco(s) geodésico(s) homologado(s), sem que para isso haja qualquer tipo de cobrança ou ônus, atendidas as restrições atinentes ao direito de propriedade. **No caso da propriedade não pertencer ao proponente, este deve obter junto ao proprietário a assinatura do campo "de acordo" deste termo.**

Destaca-se que o(s) marco(s) geodésico(s) homologado(s) passa(m) a fazer parte do SGB e como tal está(ão) sujeito(s) à legislação sobre marcos, pilares e sinais geodésicos, conforme o Decreto-lei nº 243, de 28/02/67, no seu Capítulo VII, reproduzido integralmente a seguir.

## “CAPÍTULO VII Dos Marcos, Pilares e Sinais Geodésicos

Art.13 Os marcos, pilares e sinais geodésicos são considerados obras públicas, podendo ser desapropriadas, como de utilidade pública, as áreas adjacentes necessárias à sua proteção.

§1º Os marcos, pilares e sinais conterão obrigatoriamente a indicação do órgão responsável pela sua implantação, seguida da advertência: "Protegido por Lei" (Código Penal e demais leis civis de proteção aos bens do patrimônio público).

§2º Qualquer nova edificação, obra ou arborização que a critério do órgão cartográfico responsável possa prejudicar a utilização do marco, pilar ou sinal geodésico, só poderá ser autorizada após prévia anuência desse órgão. §3º Quando não efetivada a desapropriação, o proprietário da terra será obrigatoriamente notificado, pelo órgão responsável, da materialização e sinalização do ponto geodésico, das obrigações que a lei estabelece para sua preservação e das restrições necessárias para assegurar a sua utilização.

§4º A notificação será averbada gratuitamente, no Registro de Imóveis competente, por iniciativa do órgão responsável.

Art.14 Os operadores de campo dos órgãos públicos e das empresas oficialmente autorizadas, quando no exercício de suas funções técnicas, atendidas as restrições atinentes ao direito de propriedade e à segurança nacional, têm livre acesso às propriedades públicas e particulares.”

### 2. Dos Direitos Autorais

Para fins de direito autoral os dados enviados para homologação pertencem ao proponente e os respectivos resultados da homologação pertencem ao IBGE. Ambos são protegidos pela legislação de direitos autorais do País e por tratados internacionais. Assim sendo, devem ser tratados como qualquer outra obra protegida pelo direito autoral.

### 3. Das Restrições

3.1. É vetado qualquer tipo de comercialização parcial ou integral dos resultados produzidos na homologação, exceto no caso previsto no item 1.1.

3.2. Qualquer tipo de trabalho e/ou publicação onde esses dados e resultados estejam inseridos deve dar o devido crédito ao IBGE como responsável pela

homologação, ressaltando-se, obrigatoriamente, o caráter gratuito dos mesmos.

A partir da assinatura deste compromisso, todos os dados encaminhados ao IBGE pelo proponente, bem como os resultados das homologações dos marcos correspondentes, ficam sujeitos às condições indicadas nas cláusulas acima.

Rio de Janeiro, 27 de setembro de 2019.

  
Proponente

Estação :	99758	Nome da Estação :	99758	Tipo :	Estação GPS
Município :	ARIQUEMES			UF :	RO
Última Visita:	15/08/2019	Situação Marco Principal :	BOM	Última Atualização :	10/12/2019

DADOS PLANIALTIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS		DADOS GRAVIMÉTRICOS	
Latitude	09° 54' 44,17538" S	Altitude Ortométrica(m)		Gravidade(mGal)	
Longitude	63° 02' 03,06036" W	Fonte		Datum	
Altitude Geométrica(m)	158,226	Sigma Altitude(m)		Data Medição	
Fonte	GPS Geodésico	Datum		Data Cálculo	
Origem	Ajustada	Data Medição			
Datum	SIRGAS2000	Data Cálculo			
Data Medição	15/08/2019				
Data Cálculo	10/12/2019				
Sigma Latitude(m)	0,005				
Sigma Longitude(m)	0,005				
Sigma Altitude Geométrica(m)	0,023				
UTM(N)	8.904.286,925				
UTM(E)	496.252,648				
MC	-63				

- Ajustamento Altimétrico Simultâneo da Rede Altimétrica em 30/07/2018 - REALT 2018 2ªedição disponível em : <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101666.pdf>
- Ajustamento Planimétrico SIRGAS2000 em 23/11/2004 e 06/03/2006 - Relatório em : [ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes\\_sobre\\_posicionamento\\_geodesico/rede\\_planialtimetrica/relatorio/re\\_sirgas2000.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_sobre_posicionamento_geodesico/rede_planialtimetrica/relatorio/re_sirgas2000.pdf)
- Para obtenção de Altitude Ortométrica referente a levantamento SAT utilizar o MAPGEO2015 disponível em : <https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/modelos-digitais-de-superficie/modelos-digitais-de-superficie/10855-modelo-de-ondulacao-geoidal.html>
- As informações de coordenadas estão relacionadas ao sistema SIRGAS2000, em conformidade com a RPR 01/2015 de 24/02/2015 disponível em : [ftp://geoftp.ibge.gov.br/metodos\\_e\\_outros\\_documentos\\_de\\_referencia/normas/rpr\\_01\\_2015\\_sirgas2000.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/rpr_01_2015_sirgas2000.pdf)

#### Localização

No lado sul da Prefeitura Municipal, na esquina entre a Av. Tancredo Neves e a Rua Madeira.

#### Descrição

Pilar cilíndrico de concreto com diâmetro de 30 cm; altura do topo em relação à base de 1,2 m; base quadrada de 1,0 m de lado. Possui no topo um dispositivo de centragem forçada.

#### Observação

Homologação de marco geodésico.

Foto(s) :

