



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA  
CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA

ÁLVARO ALVES DA SILVA FILHO

**ETAPAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UMA REDE MUNICIPAL DE  
REFERÊNCIA - RMR: estudo de caso no município de Paudalho**

RECIFE

2018

ÁLVARO ALVES DA SILVA FILHO

**ETAPAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UMA REDE MUNICIPAL DE  
REFERÊNCIA - RMR: estudo de caso no município de Paudalho**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à banca avaliadora como  
exigência para obtenção do título de Bacharel  
em Engenharia Cartográfica pela  
Universidade Federal de Pernambuco.

**Orientador:** Prof. Dr. Erison Rosa de Oliveira Barros

RECIFE

2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Silva Filho, Álvaro Alves da.

Etapas para implementação de uma rede municipal de referência - RMR:  
estudo de caso no município de Paudalho / Álvaro Alves da Silva Filho. - Recife,  
2018.

83 p : il., tab.

Orientador(a): Erison Rosa de Oliveira Barros

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de  
Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia Cartográfica e  
de Agrimensura - Bacharelado, 2018.

Inclui referências, anexos.

1. Rede de Referência Cadastral Municipal. 2. Rede Planialtimétricas. 3.  
Município de Pequeno e Médio Porte. I. Barros, Erison Rosa de Oliveira.  
(Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)

ÁLVARO ALVES DA SILVA FILHO

**ETAPAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UMA REDE MUNICIPAL DE  
REFERÊNCIA**

Estudo de caso no município de Paudalho

Trabalho de Conclusão de Curso,  
apresentado a Universidade Federal de  
Pernambuco como parte das exigências  
para a obtenção do título de Engenheiro  
Cartógrafo.

Aprovado em: 14/12/2018.

**BANCA EXAMINADORA**

---

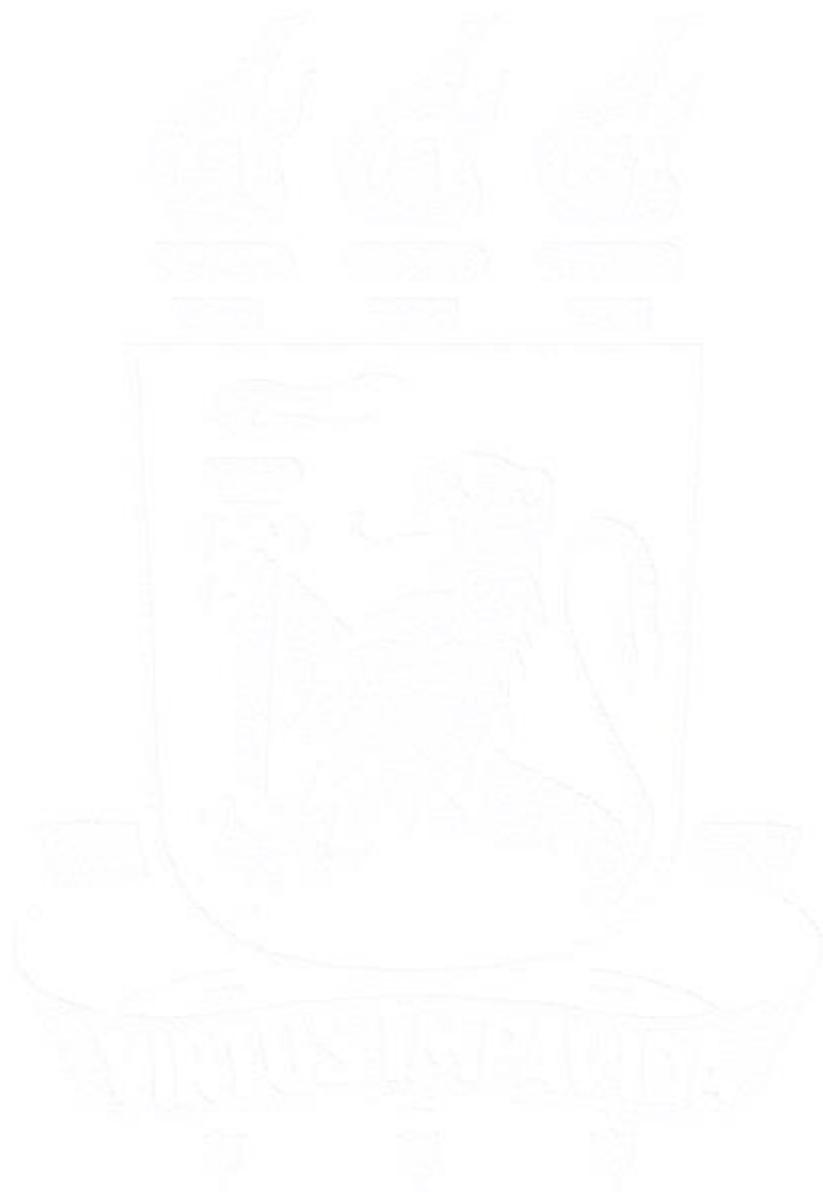
Prof. Dr. Erison Rosa de Oliveira Barros (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Profa. Dra. Simone Sayuri Sato (Examinadora Interna)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Cezário de Oliveira Lima Junior (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco



Dedico esta pesquisa a minha mãe Selma Marques. E a todos os familiares e amigos que possibilitaram a realização desse trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Eu agradeço a Deus primeiramente, pois sem Ele nada podemos fazer, pois é nele que vivemos, nos movemos e existimos;

Agradeço a minha mãe por todo esforço e dedicação na minha formação dos meus princípios e valores, por sempre estar junto a mim em todas etapas, aconselhando e dando um suporte muito além do comum;

Agradeço ao Professor e orientador Dr. Erison Rosa de Oliveira Barros, pela direção dada durante este trabalho. Por sua disponibilidade, auxílio e incentivo, sem os quais não seria possível a execução dessa pesquisa. Agradeço por toda a paciência e compreensão dedicada;

Agradeço, igualmente, aos demais membros da banca examinadora, ilustres Professores que abrilhantaram com sua presença o respectivo momento e especialmente a Prof. Dra. Simone Sayuri Sato e ao Prof. Dr. Cezário de Oliveira Lima Júnior;

Agradeço a Prefeitura Municipal do Paudalho, por terem aberto as portas para que esta pesquisa pudesse ser realizada, além da disponibilidade de material e consultas para esclarecimentos quando necessário;

Agradeço ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, por me receber e prontificar-se auxiliar nas dúvidas referentes as etapas de escolha do local e execução do projeto;

Agradeço a cada professor do Departamento de Cartografia, que durante todos esses anos foram fundamentais na aquisição de conhecimento e formação. Além dos conselhos, orientações e puxões de orelhas, visando sempre o melhor;

Agradeço a cada amigo e familiar, de uma forma geral, que estiveram comigo durante as fases boas e difíceis desse percurso, pois sem eles não sei como teria vencido as etapas mais desgastantes nessa trajetória;



“Vencer a si próprio é a maior das vitórias.”  
(Platão)

## RESUMO

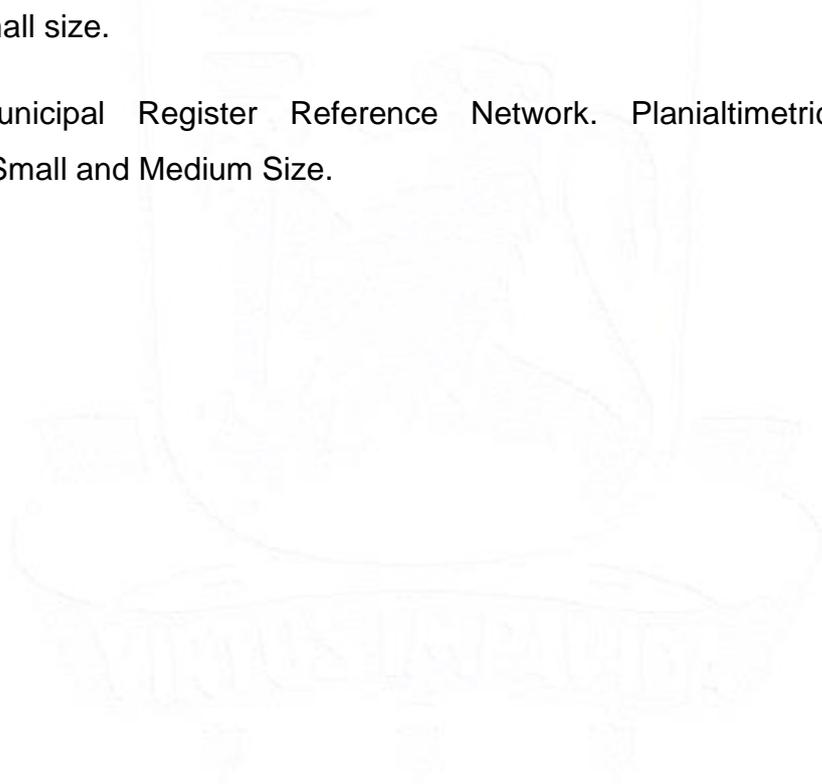
A base cartográfica cadastral dos municípios brasileiros tem deficiências em vários aspectos, uma delas é a inexistência de Rede de Referência Cadastral Municipal (RRCM). Esta rede vai ser determinada por um conjunto de pontos geodésicos, materializados no terreno, devidamente ligados ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB). O objetivo desta pesquisa é apresentar os procedimentos necessários para implantação de uma rede planimétrica de precisão, princípio de uma estruturação da base cartográfica cadastral de um município de pequeno e médio porte. Tendo isso como base, o município de Paudalho se apresentou como uma opção para implantação de uma rede geodésica de uma Rede Municipal de Referência (RMR), necessitando de um estudo específico para a devida implementação, levando em consideração a localização, tipo de marco e impacto financeiro para tal município. Este trabalho está fundamentado em revisões bibliográficas que tratam dos procedimentos e implantação de uma Rede Municipal de Referência para municípios de médio e pequeno porte.

**Palavras-chave:** Rede de Referência Cadastral Municipal. Rede Planimétrica. Município de Pequeno e Médio Porte.

## ABSTRACT

The cadastral cartographic base of the Brazilian municipalities has deficiencies in several aspects, one of them is the lack of Municipal Register Reference Network (RRCM). This network will be determined by a set of geodetic points, materialized in the ground, properly connected the Brazilian Geodetic System (SGB). The objective of this research is to present the necessary procedures for the implementation of a precision planimetric network, principle of a structuring of the cadastral cartographic base of a small and medium-sized municipality. Based on this, the municipality of Paudalho presented itself as an option for the implementation of a geodetic network of a Municipal Reference Network (RMR), requiring a specific study for the proper implementation, taking into account the location, type of landmark and financial impact for such municipality. This work is based on bibliographic reviews that deal with the procedures and implementation of a Municipal Reference Network for municipalities of medium and small size.

**Keywords:** Municipal Register Reference Network. Planialtimetric Network. Municipality of Small and Medium Size.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Rede SIRGAS-CON.....	18
Figura 2 - Configuração da rede planimétrica do SGB.....	20
Figura 3 - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo .....	22
Figura 4- Mapa de Localização do Município de Paudalho .....	28
Figura 5 – Site com o Banco de Dados Geodésicos .....	30
Figura 6 - Porta principal da Igreja Matriz de Paudalho .....	30
Figura 7 - Plataforma da estação da Rede Ferroviária do Nordeste .....	31
Figura 8 – Mapa de Localização dos pontos.....	35
Figura 9 – Mapa de Localização da área em frente a COMPESA .....	41
Figura 10 – Fotografias da área em frente a COMPESA .....	42
Figura 11 – Fotografia do loteamento Nova Paudalho .....	44
Figura 12 – Fotografia do loteamento Nova Paudalho.....	45
Figura 13 – Mapa de Localização da Academia Da Polícia Militar .....	47
Figura 14 – Imagem frontal da Academia Da Polícia Militar.....	47
Figura 15 – Fotografia em solo do Campo de Futebol Primavera .....	49
Figura 16 – Mapa de Localização do Campo de Futebol Primavera.....	50
Figura 17 - Fotografia em solo da Estação de Trem .....	51
Figura 18 – Mapa de Localização da Estação de Trem .....	52
Figura 19 – Mapa de Localização da Academia da Cidade .....	54
Figura 20 – Fotografia da Academia da Cidade .....	54
Figura 21 – Mapa de Localização da ETE .....	56
Figura 22 – Fotografia da ETE .....	56
Figura 23 – Legenda utilizada nas chapas de Paudalho .....	57
Figura 24 - Fluxograma abordando as etapas do trabalho.....	59
Figura 25 - Chapa padrão IBGE.....	66
Figura 26 - Especificação geral da chapa .....	66
Figura 27 - Especificação geral da legenda a ser estampada na chapa .....	67
Figura 28 – Exemplo de Chapa de Estação Satélite .....	67
Figura 29 - Perfil do marco piramidal padrão IBGE.....	68
Figura 30 - Forma com os padrões utilizados para o marco piramidal.....	69
Figura 31 - Esquema de estabelecimento de marco .....	70

Figura 32 - Marco padrão IBGE com identificação em baixo relevo.....	71
Figura 33 - Detalhe do marco com a sapata de proteção lateral.....	71
Figura 34 - Vista superior do marco com a sapata de proteção lateral .....	72
Figura 35 - Marco com sinalização para área de cultura.....	72
Figura 36 - Detalhe da plataforma.....	73
Figura 37 - Detalhe da plataforma com afloramento do solo.....	74
Figura 38 - Vista superior do marco adicional .....	74
Figura 39 - Marco padrão IBGE .....	74



## TABELAS

Tabela 1 - Custo para monumentação de Marcos Geodésicos ano 2018.....	37
Tabela 2 - Comparação de Arrecadação .....	38
Tabela 3 – Custos envolvidos na implantação da Rede para o ano 2018.....	39
Tabela 4 – Orçamento de acordo com referencial .....	40
Tabela 5 – Itinerário até Prédio em frente a COMPESA .....	42
Tabela 6 - Itinerário até o Loteamento Nova Paudalho .....	45
Tabela 7 - Itinerário até a Academia da Polícia Militar .....	48
Tabela 8 - Itinerário até o Campo Primavera.....	50
Tabela 9 - Itinerário até a Estação Ferroviária .....	52
Tabela 10 - Itinerário até a Academia da Cidade .....	55
Tabela 11 - Itinerário até a ETE .....	57



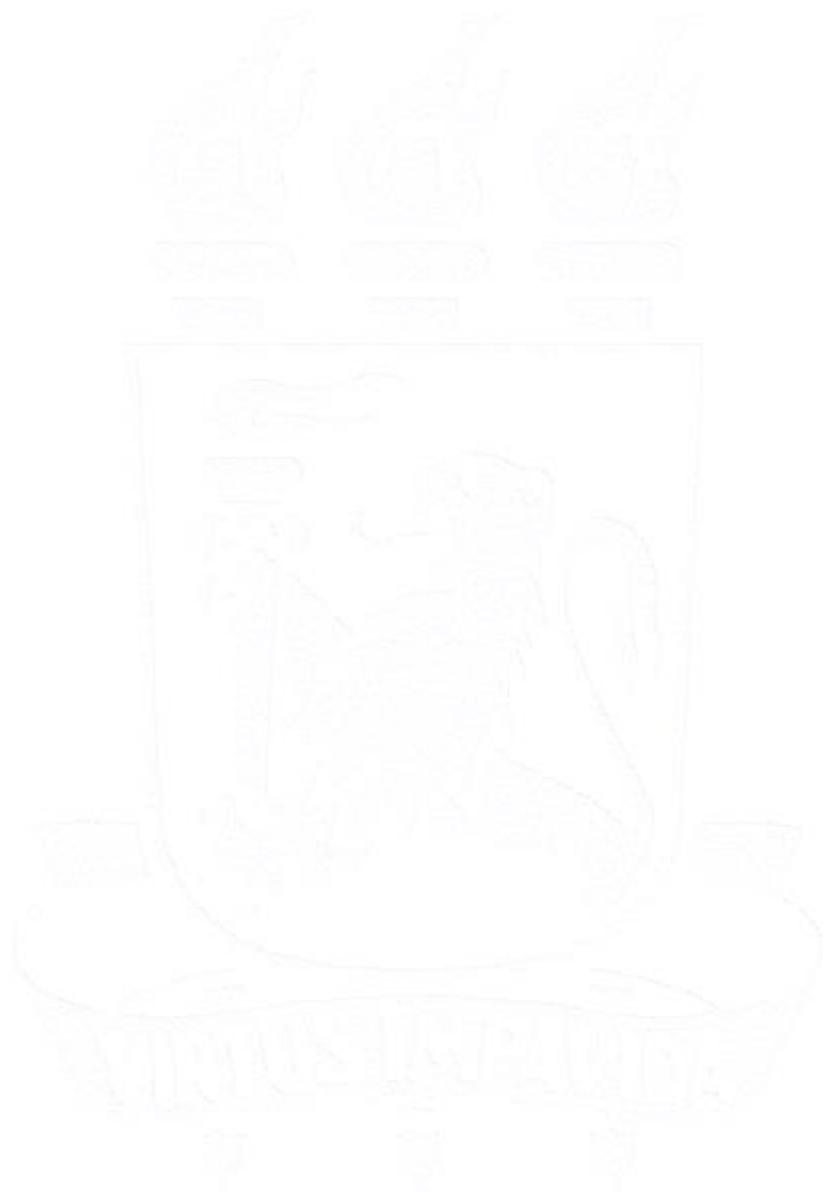
## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira De Normas Técnicas
BDG	Banco de Dados Geodésicos
BIH	<i>Bureau International de l'Heure</i>
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i>
GLONASS	<i>Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya System</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ITRS	<i>International Terrestrial Reference System</i>
NGS	<i>National Geodetic Survey</i>
PD	Pseudodistância
RBMC	Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos sistemas GNSS
RINEX	<i>Receiver Independent Exchange Format</i>
RN	Referência de Nível
RMR	Rede Municipal de Referência
RRCM	Rede De Referência Cadastral
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SGB	Sistema Geodésico Brasileiro
SINTER	Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1	OBJETIVOS .....	13
1.3.1	<b>Objetivo Geral .....</b>	<b>13</b>
1.3.2	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>13</b>
1.2.1	<b>Formação Administrativa .....</b>	<b>14</b>
2.1	SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA .....	16
2.1.1	<b>Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC).....</b>	<b>21</b>
2.2	ESPECIFICAÇÕES SOBRE REDES GEODÉSICAS.....	23
2.2.1	<b>Classificação das redes geodésicas .....</b>	<b>24</b>
2.3	SISTEMA GLOBAL DE NAVEGAÇÃO POR SATÉLITE(GNSS) .....	25
2.4	SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO DA INFORMAÇÃO .....	26
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>27</b>
3.1	LOCAL DE ESTUDO .....	27
3.2	CATALOGAÇÃO DOS PONTOS/ MARCOS.....	28
3.3	TIPO DE MARCO GEODÉSICO .....	32
3.4	LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS.....	32
3.5	CRITÉRIOS PARA HOMOLOGAÇÃO .....	35
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCURSÕES.....</b>	<b>37</b>
4.1	DOTAÇÃO ORÇAMENTARIA DO MUNICÍPIO.....	37
4.1.1	Custos para etapas posteriores .....	<b>39</b>
4.2	ÁREAS APRESENTADAS AO IBGE .....	40
4.2.1	Áreas não aceitas pelo IBGE.....	<b>41</b>
4.2.2	Áreas aceitas pelo IBGE .....	<b>48</b>
4.3	MODELO DA CHAPA PARA O MUNICÍPIO DE PAUDALHO.....	57
4.4	FLUXOGRAMA DAS ETAPAS DESENVOLVIDAS.....	58

5	CONCLUSÃO .....	60
	REFERÊNCIAS.....	62
	ANEXO A - PADRONIZAÇÃO DOS MARCOS GEODÉSICOS (IBGE)	66
	ANEXO B - TERMO DE COMPROMISSO PARA HOMOLOGAÇÃO DE MARCOS GEODÉSICOS .....	75



## 1 INTRODUÇÃO

Na maioria das cidades brasileiras a base cartográfica é deficiente em vários aspectos, por exemplo, distorções geradas pela falta de controle geodésico, falta de atualização e inexistência de rede de referência cadastral municipal (Carneiro & Loch, 2000). Uma rede geodésica equivale a um conjunto de pontos, que são materializados no terreno, cujas coordenadas em relação a um referencial são estimadas por meio de observações (KLEIN et al., 2011). Tais redes são muito utilizadas em vários ramos da ciência e da construção e monitoramento de barragens, dentre outros. Segundo a NBR 14166, o marco geodésico é o “Ponto geodésico planimétrico da Rede de Referência Cadastral implantado e materializado no terreno”.

Quanto a importância da implantação de uma rede de referência cadastral municipal, segundo Idoeta et al. (2000), ela direcionará os municípios para que cresçam de forma mais organizada, possibilitando-os projetar a captação de novos investimentos para o desenvolvimento da região, melhorar a classificação do zoneamento de imóveis urbanos, e facilitar o cadastramento de imóveis tanto urbanos como rurais, entre outras vantagens. Rocha (2011), destaca que essa rede além de manter sua base cartográfica atualizada, num sistema de referência atual, livra o município de gastos excessivos. Algumas problemáticas, que ocorrem por falta desta rede municipal de referência (RMR), também podem ser citadas, Idoeta et al. (2000) pontua: (1) a propagação de erros constantemente pois o Cadastro Imobiliário Municipal em geral não é amarrado a uma rede de vértices; (2) o Registro de Imóveis por sua vez efetua a matrícula das propriedades urbanas e rurais apenas por sua descrição literal (escritura) sem vínculo geoespacial; (3) Boa parte dos conflitos de terras são problemas sobre divisas, devido à falta de uma vinculação geoespacial, resultando em milhares de processos que tramitam nos fóruns.

A ausência de uma rede geodésica é notória nos municípios menores, do interior do Estado, vários são os fatores que contribuem para tal. Entre eles está o fato de que os levantamentos geodésicos são desconhecidos, bem como seus benefícios, e embora os custos não sejam altos, se exige uma mão de obra especializada e equipamentos específicos, tornando esse tipo de serviço “custoso” aos municípios.

O município de Paudalho, do estado de Pernambuco, apresentou ausência de uma Rede de Referência Cadastral Municipal. Houve uma abertura da prefeitura do município para a realização dos estudos propostos neste trabalho. No decorrer do trabalho foi observado várias problemáticas típicas dos municípios de pequeno e médio porte, que dificultaram o trabalho prático, ou seja a execução e implantação da Rede. Contudo, o trabalho prosseguiu com o objetivo de apresentar os procedimentos necessários para implantação e homologação de uma rede de referência cadastral municipal para estruturação da base cartográfica cadastral de um município de pequeno e médio porte. Tal pesquisa auxiliará tais municípios na implementação de uma política nacional de cadastro, para atender o artigo 1º do Decreto nº 8.764/2016, ou seja, o que será o Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais (SINTER), pois o mesmo está ligado a dados geoespaciais.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

Implementar um programa de implantação de uma Rede Municipal de Referência para o Município de Paudalho.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar quais os procedimentos para implementação de uma Rede Municipal de Referência - RMR;
- Identificar quais os melhores locais, de acordo com as exigências do IBGE e moldados a realidade do município, para distribuição dos vértices dessa rede de referência;

- Avaliar o melhor tipo de marco para atender as condições exigidas pelo IBGE, assim como também, atendendo a dotação orçamentaria do Município;
- Gerar um procedimento de planejamento e implementação da Rede Municipal de Referência para município de pequeno e médio porte.

## 1.2 HISTÓRICO DO MUNICÍPIO DE PAUDALHO

No final do século XVII, foi fundada pelos franciscanos um aldeamento de índios, cerca de duas léguas do Rio Capibaribe.

Este aldeamento foi denominado MIRITIBA. Palavra de origem da língua TUPI, que significa juncal (Mbiri-tyba). Nesse lugar nasceu o conhecido índio Poti, o famoso Dom Felipe Camarão, que tornaria celebre na restauração Pernambucana. Nas terras da primitiva aldeia indígena, edificou-se o engenho que ficou conhecido pelo nome de Engenho Aldeia.

Na segunda metade do século XVIII diversos engenhos foram se instalando nos arredores como o Engenho Bom Sucesso, erguido a margem direita do Rio Capibaribe e a esquerda ergueu-se pelo português Joaquim Domingos Teles a capela Santa Tereza de Jesus a quem tinha como grande devoção.

Com a construção de um engenho de açúcar em 1627 passou a chamar-se Engenho Aldeia. Com o crescimento do povoado se fundou *Paud'algo*, em seguida Paudalho, por função de uma árvore que exalta odor semelhante ao alho, árvore secular a margem direita do Rio Capibaribe.

### 1.2.1 Formação Administrativa

Distrito criado com a denominação de Paudalho em 1789, confirmado por Alvará de 22-06-1804, e também pelas Leis Municipais n.º 1, de 05-12-1892, e n.º

234, de 23-11-1929. Subordinado ao município de Olinda. Elevado à categoria de cidade com a denominação de Paudalho pela Lei Provincial n.º 1.318, de 04-02-1879.

Pela Lei Municipal n.º 12, de 15-07-1909, é criado o distrito da Floresta dos Leões e anexado ao município de Paudalho. Em divisão administrativa referente ao ano de 1911 o município de Paudalho é constituído de 2 distritos: Paudalho e Floresta do Leões. A Lei Estadual n.º 1931, de 11-09-1928, desmembra do município de Paudalho o distrito de Floresta dos Leões, elevando-o à categoria de município.

Em divisão administrativa referente ao ano de 1933 o município é constituído do distrito sede. Assim permanecendo em divisões territoriais datadas de 31-XII-1936 e 31-XII-1937. Pela Lei Municipal n.º 7, de 08-03-1948, é criado o distrito de Lagoa do Itaenga e anexado ao município de Paudalho. Em divisão territorial datada de 1-VII-1955 o município é constituído de 2 distritos: Paudalho e Lagoa de Itaenga. Assim permanecendo em divisão territorial datada de 1-VII-1960.

Pela Lei Municipal n.º 10-A, de 09-12-1963, é criado o distrito de Rosarinho e anexado ao município de Paudalho.

A Lei Estadual n.º 4.966, de 20-12-1963, desmembra do município de Paudalho o distrito de Lagoa de Itaenga, elevando-o à categoria de município.

Em divisão territorial datada de 1988 o município é constituído do distrito sede.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA

O IBGE é o responsável pela definição, implantação e manutenção do SGB (Sistema Geodésico Brasileiro) por meio do anexo da Resolução PR Nº 22, de 21 de julho de 1983, como o conjunto de pontos geodésicos implantados na superfície terrestre delimitada pelas fronteiras do Brasil.

Diante disso, o IBGE, em fevereiro de 2005, estabeleceu o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS) em sua realização do ano 2000 (SIRGAS2000) como novo sistema de referência geodésico para o SGB. Essa adoção no Brasil garante a qualidade dos levantamentos com sistemas de Posicionamento por Satélite, o *Global Navigation Satellite System-GNSS*, devido a necessidade de um sistema de referência geocêntrico compatível com a precisão dos métodos e técnicas de posicionamento atuais e com os demais sistemas adotados em outros países.

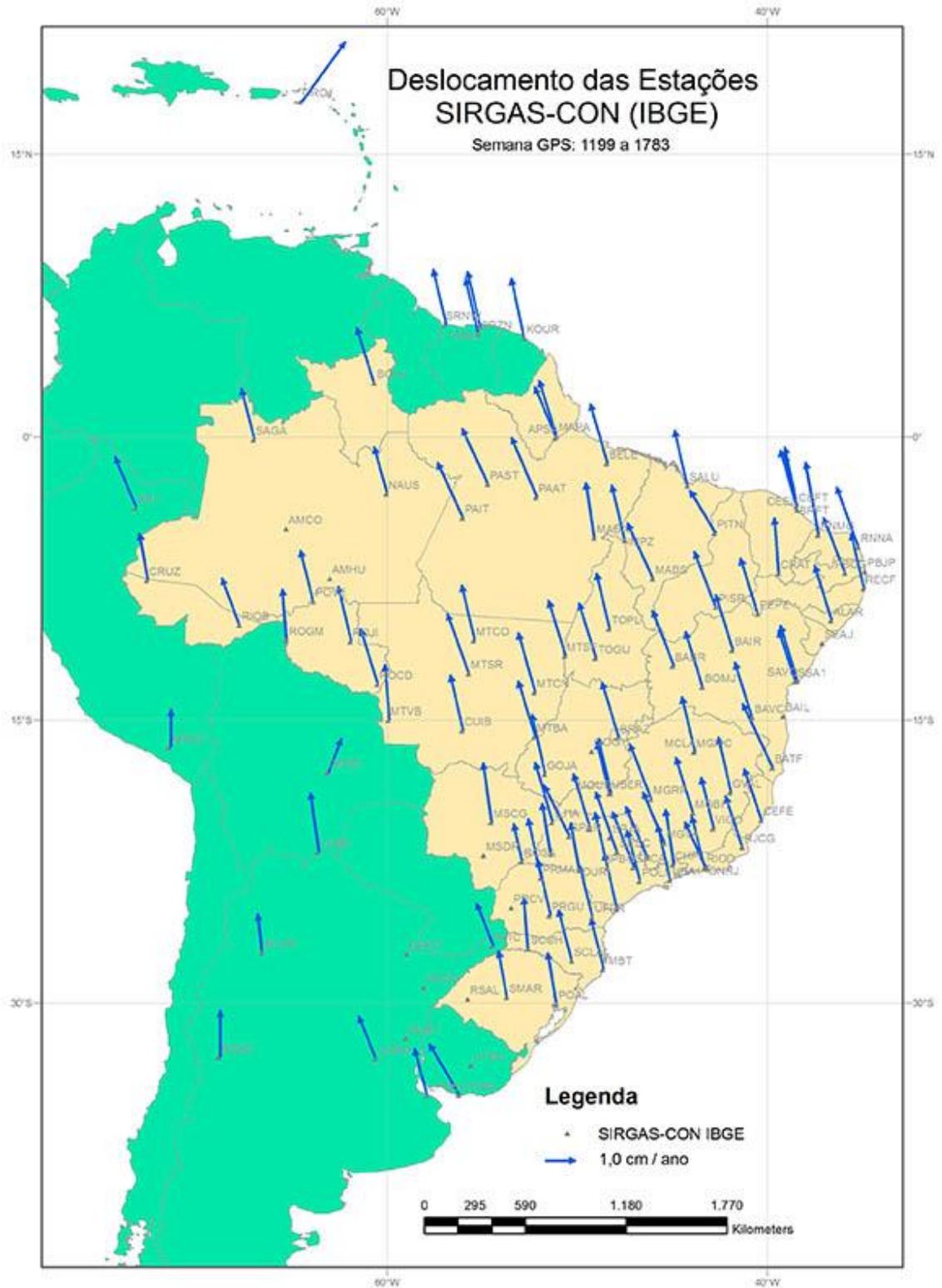
Segundo a NBR 13133, o SIRGAS2000 apresenta as seguintes características:

- Sistema Geodésico de Referência: Sistema de Referência Terrestre Internacional- ITRS (International Terrestrial Reference System);
- Figura geométrica para a Terra:
  - Elipsoide do Sistema Geodésico de Referência de 1980 (Geodetic Reference System 1980 – GRS80)  
Semieixo maior  $a = 6.378.137$  m  
Achatamento  $f = 1/298,257222101$ ;
- Origem: centro de massa da Terra;
- Orientação: polos e meridiano de referência consistentes em +/- 0,005" com as direções definidas pelo BIH (Bureau International de l'Heure) em 1984,0;
- Estações de Referência: as 21 estações da rede continental SIRGAS2000, estabelecidas no Brasil e a estação SMAR, pertencente à rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do Sistema GPS (RBMC), cujas coordenadas estão disponíveis no endereço [http:// www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br);
- Época de referência: 2000,4;

- Materialização: estabelecida por meio de todas as estações que compõem a Rede geodésica Brasileira, implantadas a partir das estações de referência;
- Velocidades das estações: em aplicações científicas, para atualizar as coordenadas de uma estação da época de referência 2000,4 para outra época e vice-versa, deve-se utilizar o campo de velocidades disponibilizado para a América do Sul, no endereço [http:// www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), devido a variações provocadas pelo deslocamento da placa tectônica da América do Sul;
- Referencial altimétrico: coincide com a superfície equipotencial do campo da gravidade da Terra que contém o nível médio do mar definido pelas observações maregráficas tomadas no porto de Imbituba, no litoral de Santa Catarina, de 1949 a 1957.

Passados três anos de experiência e otimização destas atividades, em maio de 2008 o IBGE passou a ser um dos Centros de Análise SIRGAS, implicando na responsabilidade de processar oficialmente os dados de estações GNSS contínuas pertencentes à Rede SIRGAS-COM (Figura 1). Além disso, experimentalmente passou também a combinar as soluções semanais de todos os centros de processamento SIRGAS, colaborando assim com as atividades do Grupo de Trabalho I (Sistema de Referência) do SIRGAS.

Figura 1 - Rede SIRGAS-CON



Fonte: IBGE, 2018.

De acordo com o IBGE, os principais objetivos das atividades realizadas como Centro de Análise SIRGAS são:

- Colaborar na manutenção do Referencial SIRGAS - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas;
- Realizar o controle de qualidade dos dados e estrutura física das estações pertencentes a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo – RBMC e gerar notas informativas periódicas sobre as estações;
- Acompanhar a variação das coordenadas das estações processadas da rede SIRGAS-CON, através dos gráficos das séries temporais das componentes planialtimétricas das estações;
- Gerar e analisar os resultados derivados da combinação das soluções semanais dos centros de processamento SIRGAS.

Este conjunto de pontos geodésicos implantados na superfície terrestre, aos quais todas as informações espaciais no Brasil devem estar referidas, são determinados por procedimentos operacionais e suas coordenadas calculadas, segundo modelos geodésicos de precisão compatível com suas finalidades.

O SGB é composto das redes planimétrica (Figura 2), altimétrica e gravimétrica (IBGE, 2008).

Figura 2 - Configuração da rede planimétrica do SGB



Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE  
Diretoria de Geociências - DGC  
Coordenação de Geodésia - CGED  
Gerência de Infraestrutura de Sistemas e Dados - GISD

# Rede Planimétrica do Sistema Geodésico Brasileiro



Fonte: IBGE, 2018.

Com a tecnologia de satélites artificiais para posicionamento, observa-se duas fases da história do Sistema Geodésico Brasileiro, a fase clássica e a fase moderna.

A fase clássica aplicava métodos clássicos para implantar redes geodésicas, tendo como característica seu caráter passivo, pois era necessário ocupar um ou mais marcos para se referenciar os novos levantamentos à rede existente (FORTES, 2007). A falta de homogeneidade é outra característica destas redes, pois, em sua maior parte, foram estabelecidas por meio do emprego de diferentes metodologias, possibilitando assim a evolução dos métodos e equipamentos utilizados ao longo do tempo, em que predominou o uso de técnicas tradicionais de triangulação, de trilateração e de poligonação;

A fase moderna (ou segmento espacial), que segundo esta nova conceituação as observações GNSS são coletadas a qualquer hora do dia, durante todos os dias da semana (MONICO, 2008). Com a possibilidade de obter alta precisão relativa, o conceito de rede “ativa” começa a ter validade. Logo, como destaca Fortes (2007), não é mais necessário ocupar as referidas estações para conectar às mesmas, novos levantamentos realizados com receptores GNSS, uma vez que as observações coletadas na estação de referência estarão disponíveis aos usuários que buscam o posicionamento relativo.

De acordo com Monico (2008), posicionar um determinado objeto é lhe atribuir coordenadas. O uso de satélites artificiais apropriados para esta finalidade tem possibilitado essa tarefa. Com o aprimoramento das técnicas de transmissão, recepção e processamento de sinais de rádio e da dinâmica orbital, pode-se dar início a todo o processo espacial, tendo o primeiro lançamento de um satélite em órbita no ano de 1957, sendo os russos pioneiros com o Sputnik I.

### **2.1.1 Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC)**

Segundo o IBGE (2018) a RBMC é o “conjunto de estações geodésicas, equipadas com receptores GNSS de alto desempenho, que proporcionam, uma vez por dia ou em tempo real, observações para a determinação de coordenadas”, sendo

assim um exemplo de sistema ativo (Figura 3). A RBMC, desde sua implantação em dezembro de 1996, tem sido de extrema importância para a manutenção e a atualização da estrutura geodésica no país (FORTES et al., 2007).

Figura 3 - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo



Fonte: IBGE, 2018.

Nas aplicações geodésicas e topográficas com o uso de receptores GNSS, geralmente está implícita a utilização do método relativo no posicionamento, ou seja, ao menos dois receptores realizando o rastreamento simultaneamente, onde um será a

referência para a determinação da posição do outro. Sem a RBMC as coordenadas geodésicas de um ponto em território nacional, deveria dispor de dois receptores, pois um ocuparia o ponto de seu interesse o outro ocuparia o marco do SGB próximo. As estações da RBMC desempenham justamente o papel do ponto de coordenadas conhecidas, eliminando a necessidade de que o usuário estacione um receptor em um ponto. Além disso, os receptores que equipam as estações da RBMC são de alto desempenho, proporcionando observações de boa qualidade e confiabilidade. A operação das estações da RBMC é totalmente automatizada. As observações são organizadas, ainda na memória do receptor, em arquivos diários, correspondendo a sessões iniciando às 00h 01min e encerrando às 24h 00min (tempo universal), com intervalo de rastreamento de 15 seg. (IBGE, 2018).

## 2.2 ESPECIFICAÇÕES SOBRE REDES GEODÉSICAS

Com a materialização de um conjunto maior de pontos no campo, com uma boa distribuição e com uma precisão aceitável das coordenadas para cada fim, trará como consequência uma praticidade e a confiabilidade de um sistema de referência (Rodrigues, 2002). Este conjunto de pontos definidos com precisão e exatidão é denominado “rede geodésica”.

Há uma necessidade de um parâmetro legal para a Rede de Referência Cadastral Municipal como referência espacial única e obrigatória na geração das informações territoriais, pois quase a totalidade dos municípios brasileiros não dispõe ainda deste parâmetro, no entanto a NBR 14166 dá uma ênfase na necessidade dessa instrumentação legal. Embora a generalizada falta desse padrão exista, não impede, entretanto, que profissionais da área possam adotar, independentemente da lei municipal, os critérios estabelecidos pela NBR 14166, unificando assim os procedimentos e permitindo uma futura incorporação das referências implantadas à Rede de Referência Cadastral Municipal quando da sua instituição legal.

De acordo com Krakiwski et al. (1986), redes geodésicas consistem de pontos cujas coordenadas são tomadas em relação à um sistema de referência geodésico.

Os primeiros levantamentos geodésicos no Brasil foram realizados em outubro de 1939 pelo então Conselho Nacional de Geografia (CNG) com o objetivo de determinar coordenadas astronômicas em cidades e vilas para a atualização da Carta do Brasil ao Milionésimo de 1922. Em 17 de março de 1944 foi medida a primeira base geodésica nas proximidades de Goiânia, sob a responsabilidade do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, iniciava-se o estabelecimento sistemático do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) em sua componente planimétrica, através das medições de latitudes e longitudes, materializado por um conjunto de pontos (pilares, marcos ou chapas) situados sobre a superfície terrestre pelo método da triangulação e densificado pelo método de poligonação. Inicialmente o sistema foi oficializado pelo Decreto-lei n. 9210 de 29 de abril de 1946 e posteriormente pelo Decreto-lei n.243, de 28 de fevereiro de 1967. A partir do ano de 1991, o IBGE passou a empregar o sistema GNSS para a densificação da componente planimétrica do SGB, constituindo, desta forma, a Rede Nacional (IBGE, 2018).

### **2.2.1 Classificação das redes geodésicas**

No anexo da Resolução PR Nº 22, de 21 de julho de 1983, o IBGE apresenta uma classificação para os levantamentos geodésicos brasileiros. O documento mantém a terminologia clássica de primeira, segunda e terceira ordem, em parte, no estabelecimento destas especificações, equivalente à nomenclatura mais moderna, mais coerente a teoria do ajustamento de observações geodésicas. A nova classificação de levantamentos traz, de forma implícita, uma nova classificação para as redes brasileiras. Dividindo-se em três classes:

- Redes Geodésicas de Alta Precisão - subdividem-se em: científico, que é voltado a programas de pesquisa internacional; e fundamental, para estabelecimento de pontos primários para suporte dos trabalhos geodésicos de menor precisão e às aplicações em Cartografia;
- Redes Geodésicas de Precisão – emparelham-se ao nível de desenvolvimento socioeconômico. Quanto mais valorizado o solo na região, mais precisos deverão ser;

- Redes Geodésicas para fins Topográficos: de características locais, atendem os levantamentos no horizonte topográfico; correspondem aos critérios em que a exatidão se sobrepõe as simplificações impostas para a superfície da Terra.

### 2.3 SISTEMA GLOBAL DE NAVEGAÇÃO POR SATÉLITE (GNSS)

É importante salientar que quando se utiliza a nomenclatura GNSS está-se referindo a sistemas tais como: GPS (Global Positioning System), GLONASS (GLObalnaya NAVigatsionnaya Sputnikovaya Sistema), Galileo, Compass/Beidou, entre outros. Hoje, respectivamente, possuem 32, 26, 18 e 38, satélites em suas constelações. Desse total, operacionais estão 30 do GPS, 24 do GLONASS e 17 do Beidou, quanto ao Galileo todos estão em operação (Estas informações são atualizadas, retiradas dos sites [https://ec.europa.eu/growth/sectors/space/galileo\\_en](https://ec.europa.eu/growth/sectors/space/galileo_en) e <https://www.glonass-iac.ru/en/index.php>).

O GNSS vem ganhando cada vez mais espaço em diversos segmentos e definitivamente tornou-se uma tecnologia indispensável para várias áreas do conhecimento científico. É utilizada não só na obtenção de posições tridimensionais, mas firmou-se como uma importante ferramenta, utilizada desde à Geodésia, Geodinâmica, Cartografia, Agricultura de Precisão, Meteorologia, Navegação, e até nas atividades de lazer (Aguiar, 2010).

Em aplicações onde se exige um nível melhor de precisão é essencial o uso de receptores de dupla frequência. No entanto, os receptores de uma frequência também são utilizados em trabalhos de posicionamento e, principalmente navegação. De uma forma geral os receptores GNSS, podem ser classificados segundo suas aplicações. Como estas estão intimamente ligadas ao tipo de sinal GNSS utilizado, as componentes do sinal que são rastreadas é que vão diferenciar os tipos de receptores.

Basicamente, existem aqueles que se destinam às aplicações de posicionamento em tempo real (navegação), caracterizando-se pela observação dos

códigos C/A e P; e os que são utilizados em aplicações estáticas, que observam principalmente a fase das portadoras L1 e L2.

## 2.4 2.4 SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO DA INFORMAÇÃO

O SINTER, foi instituído pelo Decreto 8.764, de 10 de maio de 2016, como ferramenta de gestão pública que integrará, em um banco de dados espaciais, o fluxo dinâmico de dados jurídicos produzidos pelos serviços de registros públicos ao fluxo de dados fiscais, cadastrais e geoespaciais de imóveis urbanos e rurais produzidos pela União, pelos Estados, pelo Distrito Federal e pelos Municípios. O Decreto traz o seguinte:

Fica instituído o Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais - SINTER, ferramenta de gestão pública que integrará, em um banco de dados espaciais, o fluxo dinâmico de dados jurídicos produzidos pelos serviços de registros públicos ao fluxo de dados fiscais, cadastrais e geoespaciais de imóveis urbanos e rurais produzidos pela União, pelos Estados, pelo Distrito Federal e pelos Municípios (Decreto 8.764, Art. 1º, de 10 de maio de 2016).

O sistema é multifinalitário, assim sendo cada ente ou órgão é responsável pelo preenchimento dos dados de sua competência (art. 8º do Decreto nº 8.764/2016). As informações cadastrais e geoespaciais serão integradas por camadas, em níveis gráficos de mapeamento georreferenciado, com base no levantamento dos limites das parcelas cadastrais (art. 9º do Decreto nº 8.764/2016). Logo, cada imóvel terá um identificador único (Código Imobiliário Nacional) no território nacional com os mais diversos dados relativos àquela parcela territorial.

O SINTER ainda não está funcionando. A Secretaria da Receita Federal precisa formalizar a primeira versão do Manual Operacional. A partir dessa apresentação os Cartórios de Registro de Imóveis teriam (caso não existisse a ilegalidade da obrigação) o prazo de um ano para disponibilizar os documentos nato-digitais estruturados para o SINTER (art. 5º e seu §2º do Decreto nº 8.764/2016) com as informações sobre a situação jurídica dos imóveis brasileiros.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

A princípio esse trabalho precisou da fundamentação bibliográfica para o andamento e tomadas de discussão sobre os procedimentos necessários para o estudo e planejamento da implantação de acordo com a realidade do município de Paudalho-PE. Assim sendo, pode-se afirmar que o estudo de implantação de uma Rede Municipal Referência (RMR) envolve algumas etapas, dentre elas podemos destacar:

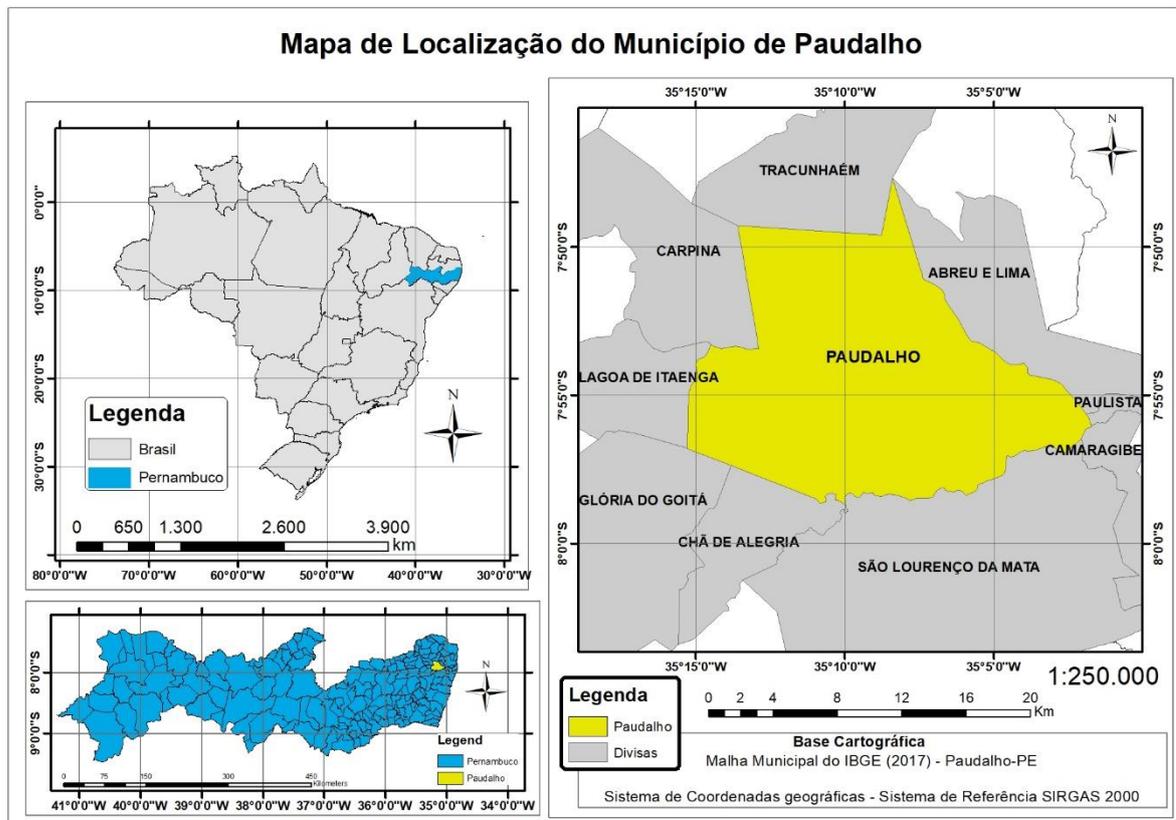
- Levantar e reconhecer os pontos implantados e catalogados pelo IBGE, segundo a NBR14144, já existente no município;
- Analisar qual tipo de marco geodésico pode atender essa RMR;
- Estudar quantos marcos serão implantados e sua melhor distribuição/localização, dentro da realidade prática e econômica do município.

Outras questões necessárias para as futuras etapas, de prosseguimento à execução do projeto de implantação da Rede Municipal de Referência, são os requisitos para homologação e os demais custos que haveriam nesse projeto, sendo confrontados com o orçamento do município.

#### 3.1 LOCAL DE ESTUDO

Com uma população estimada de 56074 pessoas e com uma densidade demográfica de 185,06 hab/km<sup>2</sup>, o município de Paudalho, que integra o estado de Pernambuco, região Nordeste do Brasil, tem as respectivas coordenadas latitude 07° 53' 48" S e longitude 35° 10' 47" W. Possui uma área de 274,776 km<sup>2</sup>, e está a 41 Km de Recife, pela BR 408. Sua vizinhança se dá da seguinte forma: ao norte, Tracunhaém; ao leste, Abreu e Lima e Paulista; ao Sul, Camaragibe, São Lourenço da Mata, Chã de alegria e Glória do Goitá; e ao oeste, Lagoa de Itaenga e Carpina (Figura 4).

Figura 4– Mapa de Localização do Município de Paudalho



Fonte: Autor

Dentro do Município de Paudalho foram selecionadas áreas para implantação dos marcos geodésicos, mediante exigências do IBGE, totalizando quatro locais (ver seção 4.2.2).

### 3.2 CATALOGAÇÃO DOS PONTOS/ MARCOS

Segundo a NBR 14.166, há uma hierarquia quanto ao tipo de ponto na Rede de Referência Cadastral, na planimetria seguindo a ordem temos:

- a) marco geodésico de precisão;
- b) marco geodésico de apoio imediato;
- c) ponto topográfico principal;

- d) ponto topográfico secundário;
- e) ponto de referência para estrutura fundiária;
- f) ponto de esquina;
- g) pontos de referência (quadra, gleba e de segmento de logradouro).

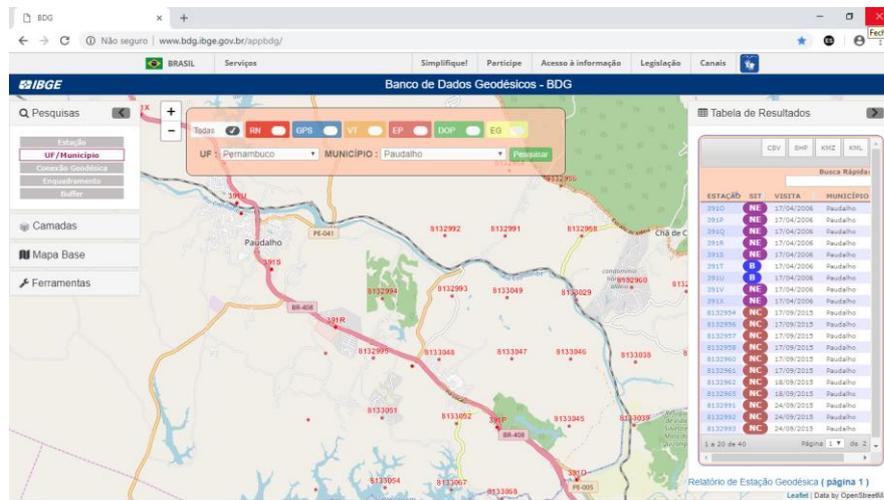
Levando em conta os dois primeiros pontos desta hierarquia, a mesma norma traz as seguintes definições de cada:

**3.14 marco geodésico de apoio imediato:** Marco geodésico, obtido por poligonação, triangulação, trilateração, dupla irradiação, rastreamento de satélite do sistema GPS-NAVSTAR no método diferencial ou por outro método geodésico que vier a ser desenvolvido, a partir de marco geodésico de precisão, destinado a densificar o apoio geodésico básico, assegurando o suporte necessário à qualidade das operações topográficas visando ao apoio suplementar de campo para os levantamentos aerofotogramétricos e ao apoio topográfico aos levantamentos para o parcelamento do solo, demarcações, implantação e acompanhamento de obras de engenharia, em geral.

**3.15 marco geodésico de precisão:** Marco geodésico obtido por poligonação, triangulação, trilateração, dupla irradiação, rastreamento de satélites do sistema GPS-NAVSTAR no método diferencial ou outro método geodésico que vier a ser desenvolvido, com a finalidade de transportar o apoio geodésico básico do Sistema Geodésico Brasileiro - SGB - às proximidades e/ou ao interior da área municipal. (NBR 14166).

Numa rápida observação pelo município e no site do IBGE, com o Banco de Dados Geodésicos (BDG) (Figura 5), foi possível ver que haviam pontos com coordenadas registradas. Existem o registro teórico de 40 pontos, e dentre os “Não Construídos” e os “Não Encontrados”, existem dois classificados como “Bom”.

Figura 5 – Site com o Banco de Dados Geodésicos



Fonte: <http://www.bdg.ibge.gov.br/appbdg/>

Os pontos instalados e ainda intactos são duas Referências de Níveis, nomeadas por: estação 391T, localizado na Latitude  $07^{\circ} 53' 43''$  S e Longitude  $35^{\circ} 10' 39''$  W, com a chapa cravada à esquerda de quem entra da porta principal da Igreja Matriz de Paudalho (figura 6); e estação 391U, localizado na Latitude  $07^{\circ} 53' 33''$  S e Longitude  $35^{\circ} 10' 43''$  W, com chapa cravada na plataforma da estação da Rede Ferroviária do Nordeste, à direita da porta da agência (figura 7).

Figura 6 - Porta principal da Igreja Matriz de Paudalho



Fonte: IBGE, Relatório de Estação Geodésica.

Figura 7 - Plataforma da estação da Rede Ferroviária do Nordeste



Fonte: IBGE, Relatório de Estação Geodésica.

No entanto, como pode-se observar, nenhum desses pontos, pertence Rede de Referência cadastral planimétrica, estabelecida pela NBR 14166. Logo, não existe marco geodésico de precisão no município, sendo necessário uma implantação de marcos geodésicos antes de qualquer outro procedimento seguindo a hierarquia apresentada. A norma pontua o seguinte:

Caso haja carência de apoio geodésico deve-se realizar um estudo técnico, devendo-se elaborar um memorial descritivo e justificativo da metodologia adotada, considerando-se fatores tais como:

- 1) densidade de marcos;
  - 2) uso e ocupação do solo; e
  - 3) desenvolvimento econômico da região.
- (NBR 14166, página 11).

A NBR 13133 traz que “quando na área não houver vértice do SGB, devem se transportar para ela coordenadas dos vértices mais próximos, por métodos geodésicos convencionais ou por rastreamento de satélites”. Cumprindo o que está estabelecido na norma, esse trabalho vem trazer esse estudo técnico para implementação de marcos geodésicos de precisão no município de Paudalho, que serão utilizados, posteriormente, para a densificação de uma rede de municipal de referência na cidade.

### 3.3 TIPO DE MARCO GEODÉSICO

Uma vez conhecida a escassez de qualquer ponto que estão dentro dos padrões de uma RRCM segundo a norma, foi analisado quais tipos de marco geodésico atendia as exigências do IBGE, para padronização e homologação dessas estações.

Como o IBGE é a Fundação reguladora do SGB (Sistema Geodésico Brasileiro), em agosto de 2008, revoga a NS DGC N° 29/88, e estabelece a Norma de “Padronização dos Marcos Geodésicos”, fornecendo subsídios para as etapas de construção, manutenção, reconstrução e reparo dos mesmos. Segundo esta Norma, a materialização das estações geodésicas pode ser feita de três formas:

- Chapa cravada em superfície estável já existente no local;
- Marco ou pilar de concreto com chapa incrustada no seu topo; e
- Pilar de concreto com dispositivo de centragem forçada incrustado no topo e chapa cravada na lateral.

Foram feitas reuniões com o grupo de cartografia dentro do setor tributário do município de Paudalho, sendo escolhido o segundo tipo de materialização das estações geodésicas, tendo em vista a segurança e preservação da rede municipal de referência, além do custo/ benefício ser o melhor dentre as três formas possíveis diante da finalidade do projeto.

O IBGE traz algumas exigências quanto a monumentação dos marcos, que pode ser visto no Anexo A.

### 3.4 LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS

Quanto a localização dos marcos geodésicos, a NBR 14.166 traz o seguinte:

A implantação dos marcos geodésicos, de controle ou de apoio imediato, deve ser feita em locais com a proteção adequada, tais como: próprios do estado, campus de universidades, escolas etc., com monumentação estável e visibilidade para aplicação de metodologia clássica, evitando-se também locais onde haja a possibilidade de implantação de obras futuras que possam vir a prejudicar a estabilidade do marco e sua utilização;

Os responsáveis ou proprietários das áreas escolhidas devem ser consultados sobre a implantação e posteriormente notificados, oficialmente e por escrito, da real importância e benefícios à comunidade que aquele Patrimônio Público significa, bem como a lei que o protege. O texto empregado deve ser adequado às pessoas leigas, em tom amigável, e o mais elucidativo possível. (NBR 14166, páginas 11 e 12).

Após decisão do tipo de materialização, foram analisadas áreas que poderiam possibilitar a implementação dos marcos. Junto a prefeitura observou-se algumas áreas públicas potenciais candidatas a seleção, foram adquiridos arquivos do sistema viário, logradouros e quadras destes locais. Tais materiais serviram para desenvolver mapas e estudar as possíveis áreas de implementação dos marcos geodésicos.

Segundo o IBGE (2008), o local para materialização da estação deve atender, sempre que possível, os seguintes critérios:

- O horizonte deve estar desobstruído acima de 15°; em relação ao ponto de referência que materializa a estação;
- Evitar locais próximos a estações de transmissão de micro-ondas, radares, antenas de rádio, repetidoras e linhas de transmissão de alta voltagem, por representarem fontes de interferência para os sinais GPS;
- A área situada a 100 m da estação deve estar livre de estruturas artificiais, particularmente paredes metálicas, de alvenaria ou superfícies naturais, como paredões rochosos;
- O local de implantação deve ser estável, sem qualquer influência de vibrações ou trepidações;
- Evitar localidades próximas a espelhos d'água, como rios, lagos, etc.; e
- Evitar localidades próximas a árvores e vegetação densa.

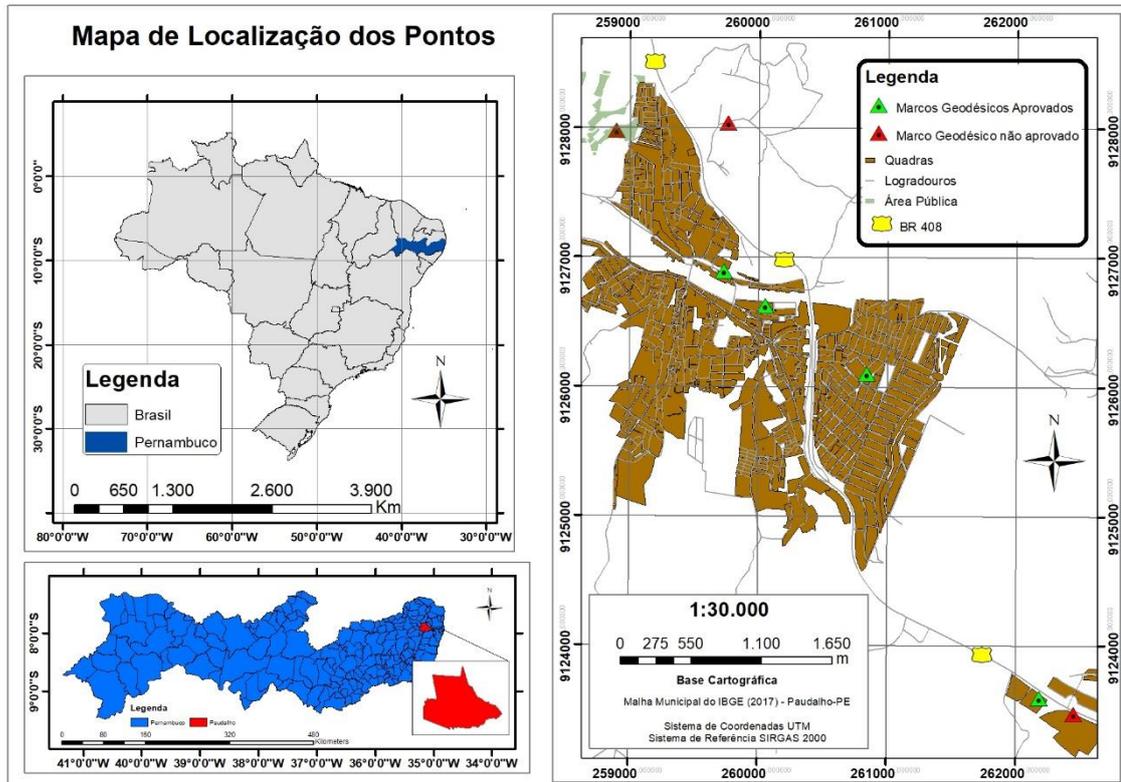
Como trata-se de uma implementação de Marcos Geodésicos de Precisão, primeiro na escala hierárquica, segundo a NBR 14166, da RRCM. Além das possíveis localizações da construção dos monumentos, foi analisado quantos pontos serão

estabelecidos a fim de haver uma boa distribuição da rede, sem exceder um orçamento condizente com um município de pequeno e médio porte.

Por Paudalho, em relação a zona urbana central, ser uma cidade pequena, e por estar sendo implantado marcos geodésicos de maior precisão, então, junto a prefeitura da mesma, chegamos a um denominador comum, onde 4 desses pontos serão o suficiente pra tomar como base, para futuras densificações da RMR de Paudalho. Também se chegou a esse número, pois, como a prefeitura tem interesse na execução desse projeto, logo dará seguimento as etapas posteriores, foi observado que, segundo a tabela de valores apresentada pela revista A Mira, que se encontra registrada na Câmara de Engenharia de agrimensura do CREA – SP, até quatro pontos, o preço do serviço de instalação, processamento e ajustamento da rede, por um profissional da área, tem um preço fixo (ver seção 4.1). Diante disso, instalar dois, três, ou quatro pontos não teria custos a mais ou a menos em relação a mão de obra especializada.

Apesar da pretensão de obter uma melhor distribuição espacial desses pontos, a realidade física do município não facilitou essa distribuição, pois não atenderiam os requisitos exigidos na NBR14166 e pelo IBGE. Tentando buscar as melhores opções dentro da região urbana, são selecionados 7 locais potenciais (Figura 8), estes foram levados ao IBGE no dia 26 de setembro deste ano, para serem analisados e termos assim uma segurança quanto a futura homologação desses marcos pela mesma instituição.

Figura 8 – Mapa de Localização dos pontos



Fonte: Autor

### 3.5 CRITÉRIOS PARA HOMOLOGAÇÃO

Para homologação e integração de estações ao Sistema Geodésico Brasileiro – SGB, faz-se necessário que sejam obedecidos critérios técnicos definidos pelo IBGE, estas especificações são citadas no documento de “Instruções para homologação de estações estabelecidas por outras instituições”, desenvolvido pelo IBGE e disponibilizado em seu site ([www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) Geociências ➔ Geodésia).

- As novas estações serão integradas ao SGB, preferencialmente através da conexão com a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo – RBMC. Caso não seja possível utilizar a RBMC, também poderão ser utilizadas como estação-base para esta integração as estações pertencentes às Redes Estaduais ou estações GPS que já pertençam ao SGB; neste caso o usuário deverá efetuar também a ocupação da estação-base. Nos dois casos as observações deverão ser coletadas com receptores geodésicos de dupla frequência (L1 e L2);
- Deverão ser observadas 4 (quatro) sessões para a determinação da estação; a duração de cada sessão deverá ser de 6h (seis horas) no

- mínimo. O intervalo entre as sessões será no mínimo 1h (uma hora) e no máximo de 48h (quarenta e oito horas);
- A materialização deverá ser feita em solo firme e estável, em duas formas, conforme contido nas instruções de padronização de marcos geodésicos disponível no portal do IBGE:
    - Marco ou pilar de concreto com chapa identificadora incrustada no seu topo;
    - Pilar de concreto com dispositivo de centragem forçada incrustado no topo e chapa identificadora cravada na lateral;
 Em ambos a chapa de identificação não poderá conter o nome do IBGE;
  - A área ao redor da estação deverá ser livre de obstruções que possam interferir na captação dos sinais dos satélites;
  - Encaminhar documentação da construção do marco, com fotos de todas as etapas;
  - O intervalo de coleta dos dados deverá ser de 5 ou 15 segundos;
  - Os dados deverão ser encaminhados em formato RINEX 2;
  - A antena deve ser sempre fixada em um tripé com base nivelante ou em um marco/pilar com dispositivo de centragem forçada. Não serão aceitos levantamentos realizados com bipé ou tripé com bastão. Esta orientação tem por objetivo evitar problemas de centragem;
  - Enviar fotos panorâmicas do marco;  
Obs.: o marco deverá ser bem identificado;
  - Preencher de forma obrigatória os formulários em anexo, contendo os seguintes itens:
    - Identificação completa do receptor e da antena (fabricante, modelo, tipo, número de série);
    - Informações claras relativas ao plano de referência tomado para a definição da altura da antena;
    - Localização do centro de fase da antena, bem como a correta codificação da identificação do receptor e da antena geodésica;
    - Esquema ilustrativo da medição da altura da antena, contendo fotos e medidas;
    - Descritivo da estação, contendo as seguintes informações: localização, descrição, itinerário e observações;
    - Gráfico de obstruções da estação;
    - Fotos da estação definindo sua localização e do seu entorno;
    - No caso da estação ser estabelecida em propriedade particular, deve-se encaminhar o termo de compromisso (em anexo) assinado pelo solicitante com o “de acordo” do proprietário do imóvel, com firma reconhecida.
 (Instruções para homologação de estações estabelecidas por outras instituições, IBGE)

Todos esses pontos devem ser observados, para preenchimento do “Termo de Compromisso para Homologação de Marcos Geodésicos” (ANEXO B), desse termo apenas o campo CÓDIGO não será preenchido, pois este será atribuído pela Coordenação de Geodésia.

## 4 RESULTADOS E DISCURSÕES

### 4.1 DOTAÇÃO ORÇAMENTARIA DO MUNICÍPIO

Durante esse estudo viu-se que para a implantação de uma RMR, duas questões importantes devem ser levadas em consideração são:

- a) Verificar se existe algum tipo de estação registrada pelo IBGE no município;
- b) Verificar o impacto da implantação desta nova rede diante do orçamento da cidade.

Como não há nenhum marco geodésico de precisão no município (ver seção 3.2), e estes precisão estar materializados no terreno (seção 3.3), foi feito um levantamento de preço dos três tipos de marcos geodésicas segundo o padrão do IBGE (Padronização dos Marcos Geodésicos, IBGE, 2008), onde apenas duas passam pelo processo de monumentação, cada um com preços diferentes (Tabela 1).

Tabela 1 - Custo para monumentação de Marcos Geodésicos ano 2018

Tipos de Estação	Valor da Estação (Unidade) (R\$)	Número de estações	Mão de Obra (R\$)	Total (R\$)
<b>Marco cilíndrico</b>	2000,00	4	1000,00	9000,00
<b>Marco piramidal</b>	250,00	4	400,00	1400,00
<b>Chapa</b>	30,00	4	0	120,00

Fonte: Autor.

Estes valores, apresentados na Tabela 1, foram obtidos junto ao IBGE (na unidade localizada na Av. Domingues Ferreira, nº 1097, primeiro andar, sala 103, no dia 18 de setembro do corrente ano), e alguns fornecedores deste serviço.

Tendo a “liberdade” de escolher a quantidade de vértices, coube a prefeitura dar um aval de quanto poderia investir. Sugerimos quatro pontos distribuídos na zona

urbana do município, proposta essa que foi aceita. Como trata-se de pontos no primeiro lugar da hierarquia da Rede de Referência Cadastral planimétrica, podendo-se haver uma densificação dos demais pontos num futuro, essa proposta atenderá bem o município de Paudalho.

Num estudo orçamentário do município de Paudalho, para a execução da implantação dessas estações, fez-se um comparativo com a cidade de Recife, tendo em vista que há uma Rede cadastral implantada e densificada no local, segundo o site <http://www.bdg.ibge.gov.br/appbdg/>, do IBGE, há 109 estações classificadas como “Bom”. Ou seja, com a implementação desses 4 pontos, Paudalho teria menos de 4% do número de estações em relação a Capital. Confrontando a arrecadação desses dois municípios (Tabela 2), Paudalho, atualmente, arrecada menos de 2% do montante arrecadado no Recife.

Tabela 2 - Comparação de Arrecadação

<b>Município</b>	<b>Arrecadação em 2017 <sup>1</sup> (R\$)</b>	<b>Arrecadação prevista para 2018 (R\$)</b>
<b>Recife</b>	4.863.817.000,00	4.718.053.893,00 <sup>2</sup>
<b>Paudalho</b>	99.430.000,00	64.987.650,00 <sup>3</sup>

Fonte: Sites no rodapé.

Como o marco piramidal foi escolhido, diante da arrecadação da prefeitura de Paudalho, constatou-se que, com quatro vértices a serem implantados, não afetaria o orçamento do município. Assim sendo, torna-se viável essa materialização.

<sup>1</sup> : <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe>

<sup>2</sup> <http://transparencia.recife.pe.gov.br/codigos/web/receitas/receitaTotal.php#result>

<sup>3</sup> <http://www.paudalho.pe.gov.br/transparencia/>

#### 4.1.1 Custos para etapas posteriores

Apesar deste trabalho não chegar na etapa da implementação, processamento e ajustamento da Rede Municipal de Referência, faz-se necessário pontuar os custos das etapas vindouras, pois o maior propósito é analisar o que será necessário para ter RMR funcionando adequadamente. O próprio município de Paudalho tem o interesse de implementação, e seguirá as demais etapas. No entanto, vale salientar, que os custos que estão na Tabela não seria cobrado da Prefeitura, com exceção da materialização dos marcos geodésicos de precisão. Essa isenção de gastos a mais dar-se-ia pelo fato de uma possível parceria entre prefeitura municipal de Paudalho e Universidade Federal de Pernambuco, algo que poderá existir ainda, no prosseguir da execução total do projeto. Logo, os equipamentos, softwares para processamento e ajustamento da rede, além da mão de obra especializada na área, seria disponibilizada pela Universidade. A Tabela 3 apresenta uma simulação própria de possíveis custos de projeto.

Tabela 3 – Custos envolvidos na implantação da Rede para o ano 2018

<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor Unidade (R\$)</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Total (R\$)</b>
<i>Marco Piramidal</i>	Unidade	250,00	4	1000,00
<i>Serviço de construção do Marco</i>	Dia	400,00	1	400,00
<i>Receptores GNSS Trimble R6 RTK, com 220 canais e as portadoras L1 C/A, L2C, L2P, e L5 da constelação GPS e L1C/A, L1P, L2C/A, L2P, L3 da constelação GLONASS (+ base, coletora, rádio base, tripés, bases e bastões)</i>	Diária (até 5 dias)	400,00	4	1600,00
<i>Deslocamento (veículo)</i>	Km/l	4,50	100	450,00

<i>Dia de campo (engenheiro)</i>	Dia	326,16	4	1304,64
<i>Dia de campo (ajudante)</i>	Dia/ ajudante	70,00	4 (4)	1120,00
<i>Processamento de Dados</i>	Dia	326,16	1	326,16
<b>Valor Total (R\$)</b>				<b>6.200,80</b>

Fonte: Autor

A tabela 4 traz uma referência do orçamento que é apresentado no site da revista Mira (<http://www.amiranet.com.br/simulador>).

Tabela 4 – Orçamento de acordo com referencial

<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor Unidade (R\$)</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Total (R\$)</b>
<i>Poligonação com técnica GNSS receptores geodésicos L1/L2 (ajustes método dos mínimos quadrados), até 4 pontos.</i>	Dia	4.800,58	4	19.202,32

Fonte: Adaptado de revista A Mira

Segundo o orçamento próprio, aqui levantado e apresentado, há um barateamento gigantesco, comparando-se com os valores estabelecidos pela revista A Mira. O que torna possível a concretização dessa materialização e homologação pelo IBGE.

#### 4.2 ÁREAS APRESENTADAS AO IBGE

Seguindo o máximo do padrão de exigência do IBGE, expostos na seção 3.4, considerando também a realidade do município de Paudalho, foram encaminhados sete pontos à instituição reguladora, para serem analisados,

evitando possíveis reprovações futuras por localização. Os resultados dessa consulta, realizada no dia 26 de setembro de 2018, estão a seguir.

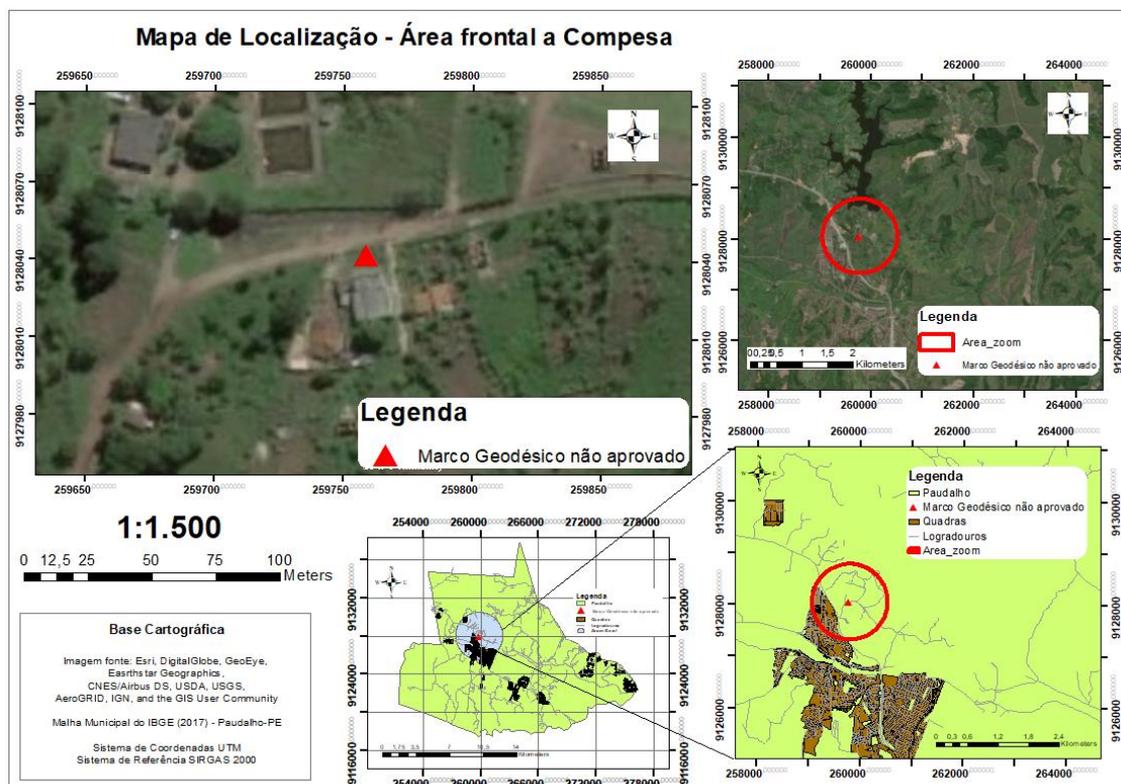
## 4.2.1 Áreas não aceitas pelo IBGE

### 4.2.1.1 Área 1: em frente a COMPESA

Esta área foi bem avaliada pelo IBGE, cumprindo os requisitos para homologação, quanto a localização. No entanto, devido a existência de uma ocupação no local, que demandaria um tempo bem maior no processo de execução da implantação de um marco geodésico no local, mesmo com a aprovação prévia do órgão responsável, nós, junto a prefeitura, preferimos não incluir esse local.

O local de estabelecimento do marco geodésico nesta área tem as seguintes coordenadas, latitude:  $7^{\circ}52'58.08''S$  e longitude:  $35^{\circ}10'44.38''O$ , (Figura 9 e 10).

Figura 9 – Mapa de Localização da área em frente a COMPESA



Fonte: Autor

Figura 10 – Fotografias da área em frente a COMPESA



Fonte: Autor

Uma das exigências do IBGE para homologação de pontos estabelecidos é relato do itinerário até o marco, isso está registrado nas “Instruções para homologação de estações estabelecidas por outras instituições” (ver seção 3.5). Diante disso, não só nesse local, mas em todos os demais foi estabelecida uma rota tendo como partida a Prefeitura do município de Paudalho. O itinerário até esse local encontra-se na Tabela 5.

Tabela 5 – Itinerário até Prédio em frente a COMPESA

<b>Saída</b>	<b>Prefeitura Municipal de Paudalho</b>	<b>Distâncias</b>
<i>Itinerário</i>	1. Siga na direção sudeste na Praça Espírito Santo em direção à Tv. Tenório Bacalhau	78 m
	2. Vire à direita na Tv. Tenório Bacalhau	83 m
	3. Vire à esquerda na R. Sen. Pinheiro Ramos (270 m)	270 m
	4. Continue em frente na R. Padre Emigdio Fernandes (300 m)	300 m
	5. Vire à esquerda na BR-408 (1,6 km)	1,6 Km
	6. Vire à direita na Estr. Chá de Ouro O destino estará à esquerda (750 m)	750 m

<b><i>Chegada</i></b>	<b>Estr. Chá de Ouro, 1700-1862</b>	-
-----------------------	-------------------------------------	---

Fonte: Adaptação do Google Maps, 2018

#### 4.2.1.2 Área 2: Loteamento Nova Paudalho

Loteamentos são aprovados com base no disposto da Lei Federal nº 6.766 de 19 de dezembro de 1979 e, na Lei Municipal específica, embora semelhante em vários municípios quanto ao tamanho de lotes, percentuais de ruas e áreas verdes. Deve ser seguido o disposto no artigo 4º, I, acerca das áreas destinadas a sistemas de circulação, a implantação de equipamento urbano e comunitário e espaços livres de uso público.

Oliveira (2010) aponta a Lei Federal nº 6.766/1979 como instrumento legal indicativo para a aprovação do loteamento urbano pela Prefeitura, a reserva de parte do imóvel, “em percentual definido em lei municipal, para construção de praças, escolas, postos de saúde e outro equipamentos comunitários necessários ao atendimento dos futuros moradores daquele empreendimento”.

Esse empreendimento residencial traz uma porcentagem de área pública, que estão em destaques de azul na Figura 12. Por boa parte dessa área pública é de área verde, sendo constituída de uma vegetação rasteira (Figura 11) e sem um relevo que venha atrapalhar a intervisibilidade dos marcos ou até a captação do sinal, esse local apresenta-se como uma ótima opção para implementação desses marcos. No entanto, por ser uma área em que as obras não começaram, poderia ocorrer uma remoção ou até danificação do marco estabelecido ali, logo, devido essa questão, o IBGE foi bem claro quanto a desaprovação do local escolhido.

Figura 11 – Fotografia do loteamento Nova Paudalho



Fonte: Autor

O local de estabelecimento do marco geodésico nesta área tem as seguintes coordenadas, latitude  $7^{\circ}52'52.30''S$  e longitude  $35^{\circ}11'20.34''O$  (Figura 12). Uma região localizada no princípio da área urbana de Paudalho, no sentido Norte-Sul.

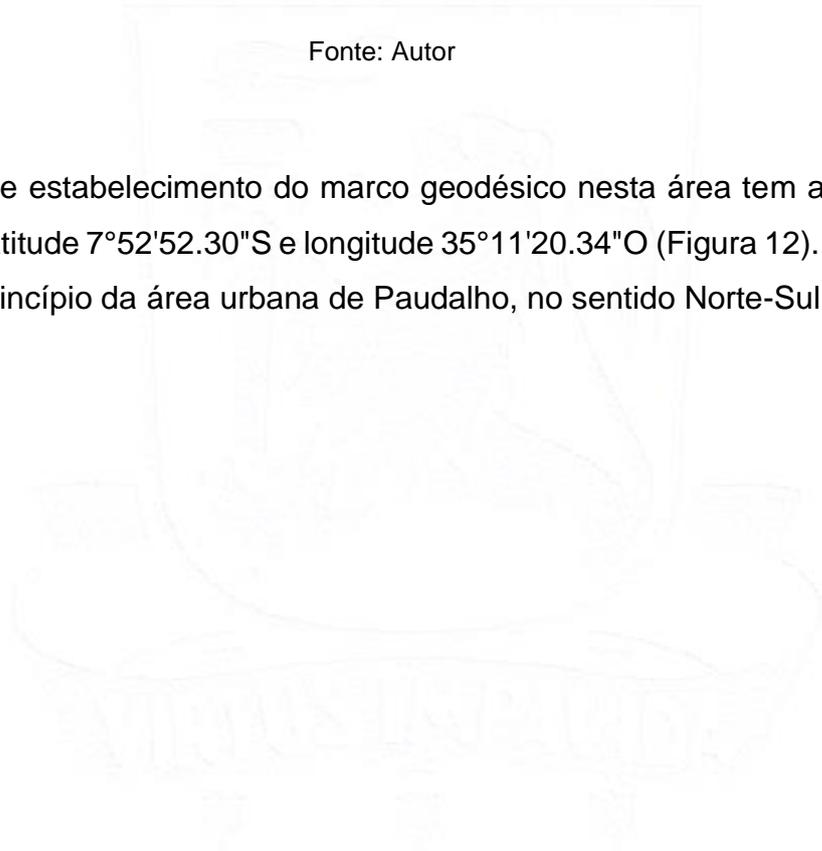
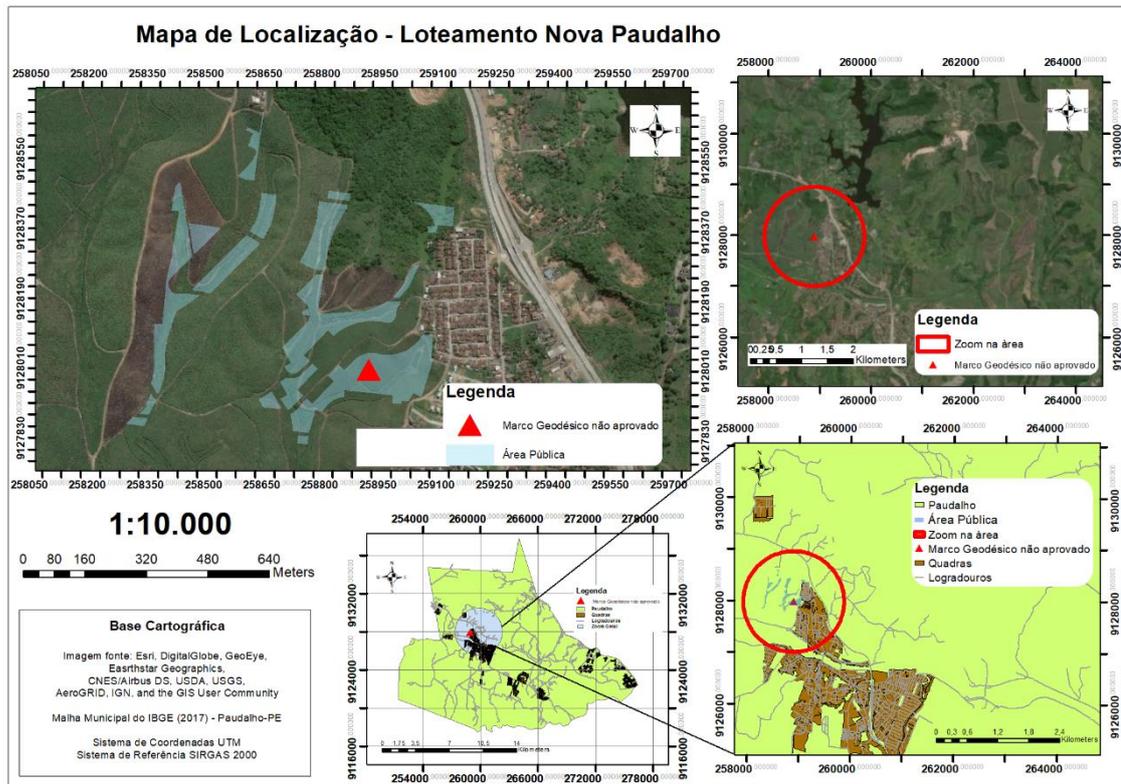


Figura 12 – Fotografia do loteamento Nova Paudalho.



Fonte: Autor

O itinerário (exigido pelo IBGE nas normas para homologação de Marcos geodésicos), saindo da prefeitura e indo até esse local encontra-se na Tabela 6, que segue abaixo.

Tabela 6 - Itinerário até o Loteamento Nova Paudalho

<b>Saída</b>	<b>Prefeitura Municipal de Paudalho</b>	<b>Distâncias</b>
<b>Itinerário</b>	Pegue a R. Sen. Pinheiro Ramos e R. Padre Emigdio Fernandes até BR-408	750 m
	Siga na direção sudeste na Praça Espírito Santo em direção à Tv. Tenório Bacalhau	78 m
	Vire à direita na Tv. Tenório Bacalhau	83 m
	Vire à esquerda na R. Sen. Pinheiro Ramos	270 m
	Continue em frente na R. Padre Emigdio Fernandes	300 m

	Dirija até BR-408	(8,2 Km)
	Vire à esquerda na BR-408	5,8 Km
	Pegue a saída	140 m
	Na rotatória, pegue a 2ª saída	81 m
	Na rotatória, pegue a 1ª saída para a rampa de acesso à BR-408	240 m
	Pegue a BR-408	2,0 Km
<b><i>Chegada</i></b>	<b>Loteamento Nova Paudalho</b>	-

Fonte: Adaptação do Google Maps, 2018

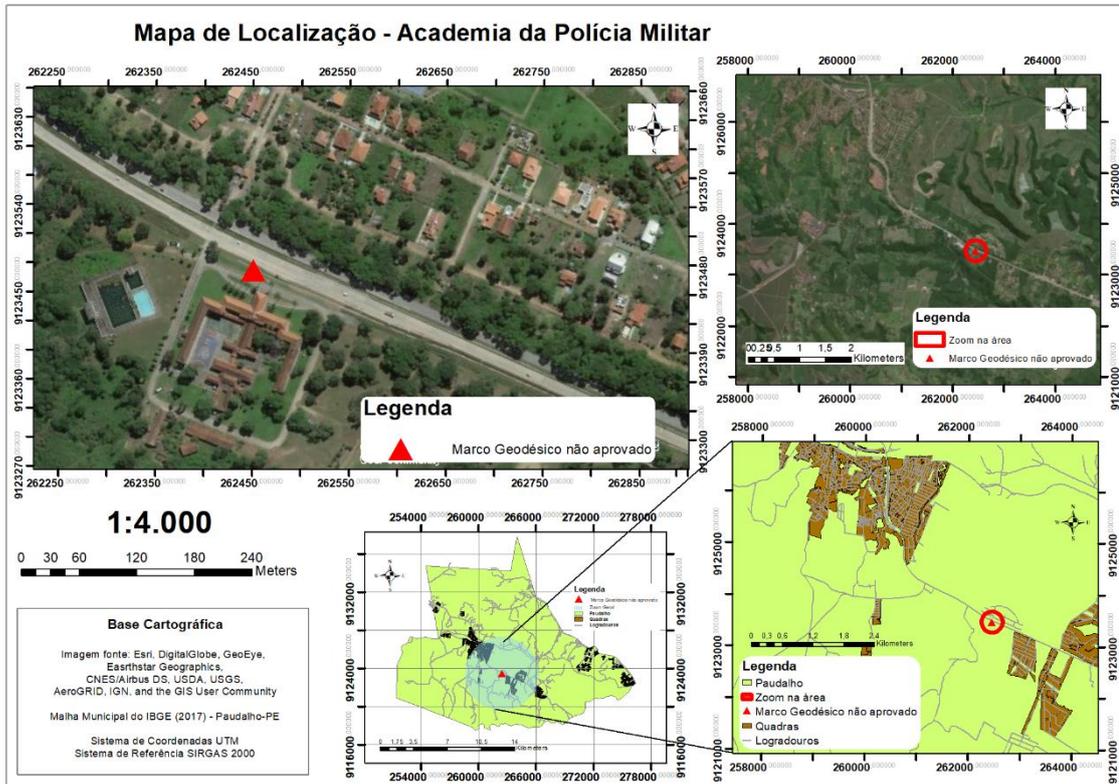
#### 4.2.1.3 Área 3: Academia Da Polícia Militar

A Academia de Polícia Militar é o local destinado a formação do futuro oficial da polícia militar. Normalmente, após concluir o Curso de Formação de Oficiais, que na maioria dos estados brasileiros é considerado como um curso de graduação de nível superior (equiparado ao bacharelado em Segurança Pública, sendo assim denominado em algumas polícias), o cadete ou aluno-oficial é declarado aspirante-a-oficial onde, após decorrido certo período que funciona como estágio probatório, denominado arregimentação, ingressa no oficialato, no posto de segundo-tenente, podendo atingir até o posto de coronel.

Apesar de apresentar uma vasta área propensa ao estabelecimento da estação, e ser um local público, há uma restrição quanto a questão de entrada de pessoas no local, por ser uma área de cunho militar, e segundo o Decreto-lei no 243, de 28/02/67, em seu Cap. VII, art. 14, o acesso às estações pertencentes ao SGB é livre, independente de sua localização em propriedade pública ou particular. Como esses pontos que serão materializados precisam estar à disposição de autorizados, não seria viável implementação ali. Logo, essa área foi descartada para este presente estudo.

O local de estabelecimento do marco geodésico nesta área tem as seguintes coordenadas, latitude 7°55'29.23"S e longitude:35° 9'17.48"O, especificado na Figura 13 e 14.

Figura 13 – Mapa de Localização da Academia Da Polícia Militar



Fonte: Autor

Figura 14 – Imagem frontal da Academia Da Polícia Militar



Fonte: Folha de Pernambuco

O itinerário (exigido pelo IBGE nas normas para homologação de Marcos geodésicos), saindo da prefeitura e indo à Academia da Polícia Militar encontra-se na Tabela 7, que segue abaixo.

Tabela 7 - Itinerário até a Academia da Polícia Militar

<b>Saída</b>	<b>Prefeitura Municipal de Paudalho</b>	<b>Distâncias</b>
<i>Itinerário</i>	Siga na direção noroeste na Praça Espírito Santo.	75 m
	Vire à direita para permanecer na Praça Espírito Santo	39 m
	Vire à direita na Praça Herculano Bandeira	650 m
	Vire à esquerda na R. Maciel Pinheiro	270 m
	Vire à direita na BR-408	2,7 Km
	Continue para BR-408 (O destino estará à direita)	1,3 Km
<b>Chegada</b>	<b>Academia da Polícia Militar</b>	-

Fonte: Adaptação do Google Maps, 2018.

## 4.2.2 Áreas aceitas pelo IBGE

### 4.2.2.1 Área 4: Campo de Futebol Primavera

Com uma área e um perímetro aproximados de 16.000 m<sup>2</sup> e 560 m, respectivamente, o campo de futebol Primavera, tem uma área enorme (Figura 15), disponível para estabelecer um dos marcos geodésicos do município de Paudalho. E as obras que estão sendo concretizadas e as futuras que serão realizadas, vão poder ter a disposição esse Marco, uma vez estabelecido.

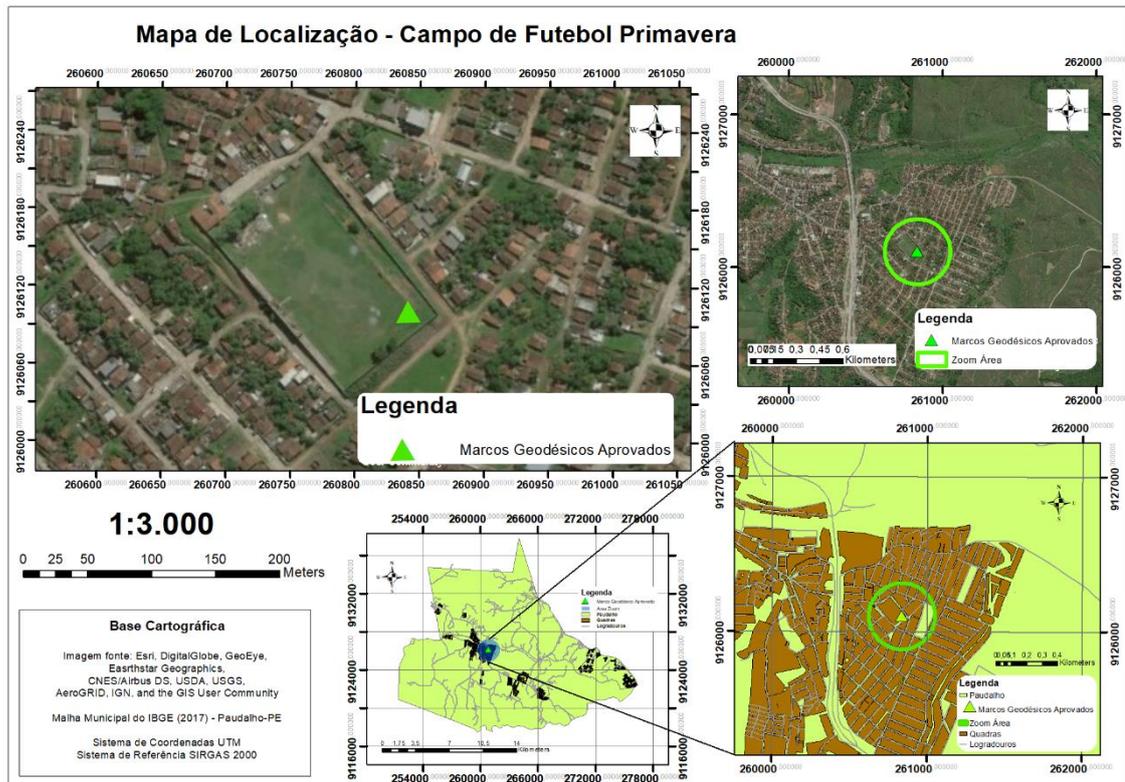
Figura 15 – Fotografia em solo do Campo de Futebol Primavera



Fonte: Autor

Apesar de haver algumas obras sendo realizadas em torno do campo, a área escolhida não é alvo de nenhuma obra, conforme informações da prefeitura, não oferecendo assim problemas à integridade do ponto. As coordenadas do possível marco são latitude  $7^{\circ}54'2.34''S$  e longitude  $35^{\circ}10'9.95''O$  (Figura 16).

Figura 16 – Mapa de Localização do Campo de Futebol Primavera



Fonte: Autor

O itinerário (exigido pelo IBGE nas normas para homologação de Marcos geodésicos), saindo da prefeitura e indo ao Campo, encontra-se na Tabela 8, que segue abaixo.

Tabela 8 - Itinerário até o Campo Primavera

	<b>Saída</b>	<b>Prefeitura Municipal de Paudalho</b>	<b>Distâncias</b>
<b>Itinerário</b>		Pegue a R. Sen. Pinheiro Ramos e R. Padre Emigdio Fernandes até BR-408	750 m
		Siga na direção sudeste na Praça Espírito Santo em direção à Tv. Tenório Bacalhau	78 m
		Vire à direita na Tv. Tenório Bacalhau	83 m
		Vire à esquerda na R. Sen. Pinheiro Ramos	270 m
		Continue em frente na R. Padre Emigdio Fernandes	300 m

	Vire à esquerda na BR-408	130 m
	Siga a Estr. dos Ramos e R. Vinte e Dois até R. Nove	600 m
	Vire à direita na Estr. dos Ramos	270 m
	Vire à direita na R. Vinte e Dois	47 m
	Vire à direita para permanecer na R. Vinte e Dois	240 m
	Vire à direita na R. Nove	41 m
	Vire à esquerda para permanecer na R. Nove	8 m
<b><i>Chegada</i></b>	<b>Campo de Futebol Primavera</b>	-

Fonte: Adaptação do Google Maps, 2018.

#### 4.4.2.2 Área 5: Estação Ferroviária

A estação de Paudalho foi inaugurada em 20 de Outubro de 1881. O último trem que partiu de Paudalho foi em 1977, após isso a estação ficou totalmente abandonada, até que em 2014 a estação foi restaurada pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), passando a servir como Arquivo Público da cidade (Figura 17).

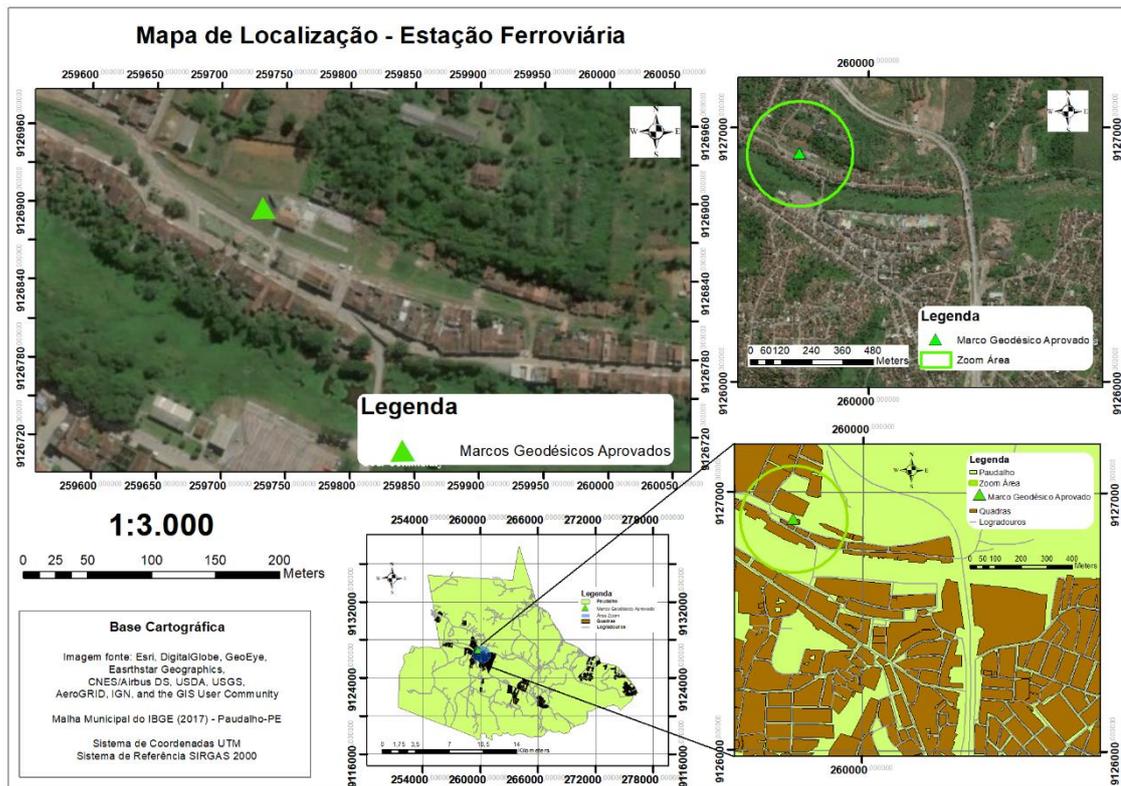
Figura 17 - Fotografia em solo da Estação de Trem



Fonte: Autor.

Essa área, é de ordem pública, e obedece os critérios exigidos pelo IBGE quanto a homologação de Marcos Geodésicos (ver seção 3.5). E vai estar muito bem localizado, por ser uma região bem central do município, proporcionando um melhor aproveitamento para futuras obras e estudos que se beneficiem desse referencial. Esse ponto, tem as seguintes coordenadas latitude 7°53'35.35"S e longitude: 35°10'44.81"O, especificado na Figura 18.

Figura 18 – Mapa de Localização da Estação de Trem



Fonte: Autor

O itinerário (exigido pelo IBGE nas normas para homologação de Marcos geodésicos), saindo da prefeitura e indo à Estação, encontra-se na Tabela 9, que segue abaixo.

Tabela 9 - Itinerário até a Estação Ferroviária

<i>Saída</i>	<i>Prefeitura Municipal de Paudalho</i>	<i>Distâncias</i>
<i>Itinerário</i>	Siga na direção noroeste na Praça Espírito Santo	75 m

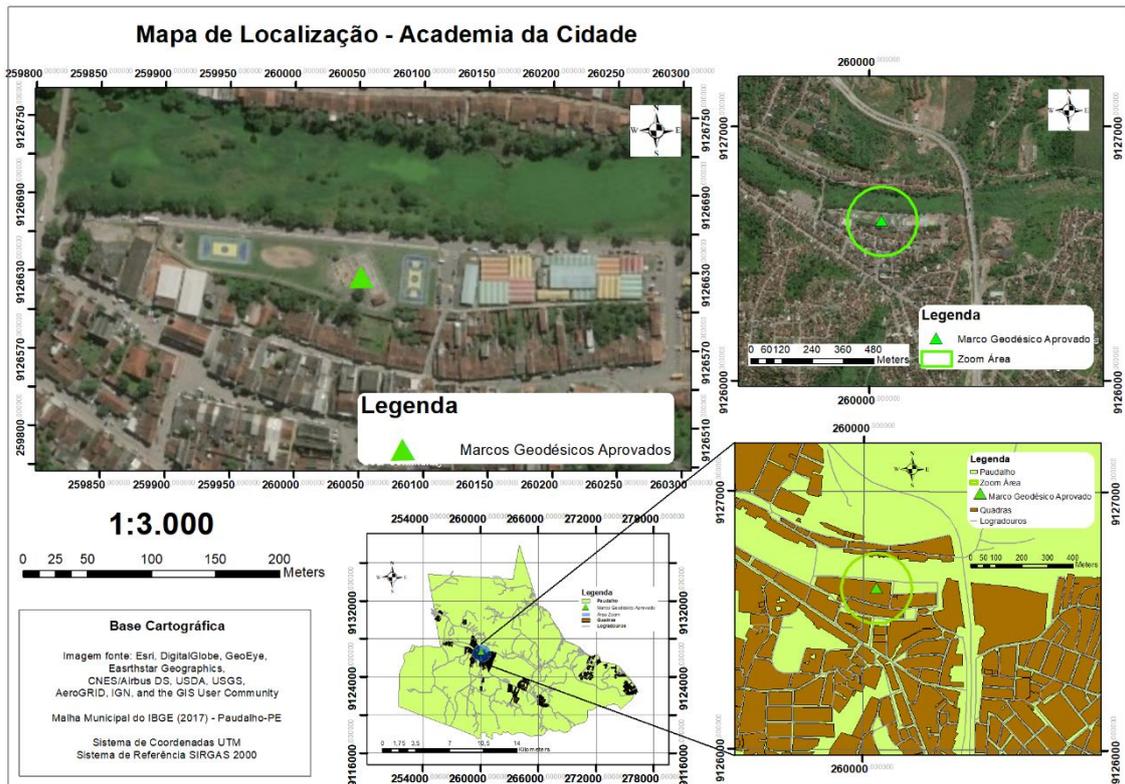
	Vire à direita para permanecer na Praça Espírito Santo	170 m
	Vire à esquerda na R. da Mangueira	36 m
	Vire à direita na R. Domingos José Martins	95 m
<b>Chegada</b>	<b>Estação Ferroviária</b>	-

Fonte: Adaptação do Google Maps

#### 4.2.2.3 Área 6: Academia da Cidade

Uma região também localizada no centro do município. A maior problemática aqui seria sua proximidade a um espelho d'água, pois o rio Capibaribe está a uma distância de aproximados 50 metros do local sugerido, o que, pelas regras para homologação do IBGE, seria reprovado. No entanto, por ser um local concretado, não houve problemas para o IBGE quanto a implantação, pois tem um estabilidade confiável. Suas coordenadas são latitude  $7^{\circ}53'43.83''S$  e longitude:  $35^{\circ}10'35.00''O$  (Figuras 19 e 20).

Figura 19 – Mapa de Localização da Academia da Cidade



Fonte:

Autor

Figura 20 – Fotografia da Academia da Cidade



Fonte: Autor

O itinerário (exigido pelo IBGE nas normas para homologação de Marcos geodésicos), saindo da prefeitura e indo a Academia da Cidade, encontra-se na Tabela 10, que segue abaixo.

Tabela 10 - Itinerário até a Academia da Cidade

<b>Saída</b>	<b>Prefeitura Municipal de Paudalho</b>	<b>Distâncias</b>
<i>Itinerário</i>	Siga na direção noroeste na Praça Espírito Santo	75 m
	Vire à direita para permanecer na Praça Espírito Santo	39 m
	Vire à direita na Praça Herculano Bandeira	250 m
<b>Chegada</b>	<b>Academiada Cidade</b>	-

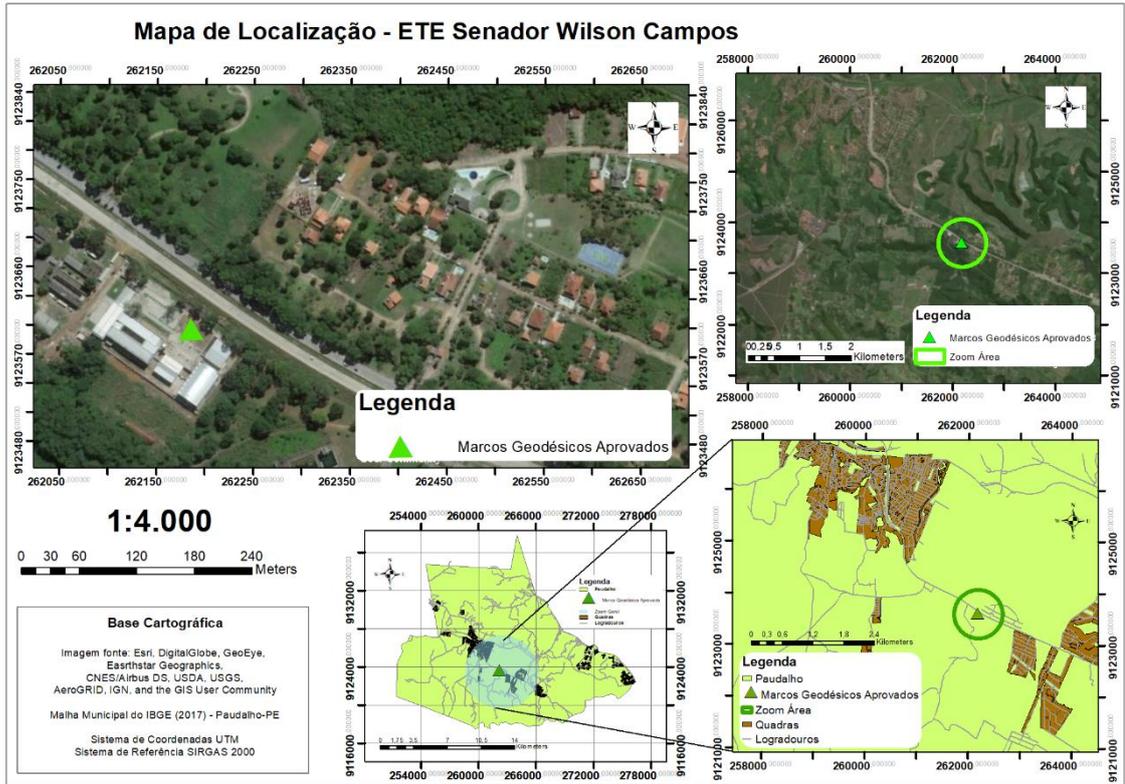
Fonte: Adaptação do Google Maps, 2018.

#### 4.2.2.4 Área 7: Escola Técnica Estadual Senador Wilson Campos

No dia 24 de Fevereiro de 2016, foi inaugurada, no município de Paudalho, a Escola Técnica Estadual (ETE) Senador Wilson Campos. A escola, que fica a margem do Km 90 da BR 408, oferece um ótimo espaço para construção do marco geodésico, além de um fácil acesso. A implementação dessa estação na ETE de Paudalho poderá também ser uma ferramenta de estudos para possíveis cursos de Técnico em edificações, topografia e afins, que possam ser inseridos no perfil de formação curricular do aluno.

A coordenada do ponto são latitude  $7^{\circ}55'22.71''S$  e longitude  $35^{\circ} 9'27.02''O$ , especificado na Figura 21 e 22.

Figura 21 – Mapa de Localização da ETE



Fonte: Autor

Figura 22 – Fotografia da ETE



Fonte: Autor

O itinerário (exigido pelo IBGE nas normas para homologação de Marcos geodésicos), saindo da prefeitura e indo à ETE, encontra-se na Tabela 11, que segue abaixo.

Tabela 11 - Itinerário até a ETE

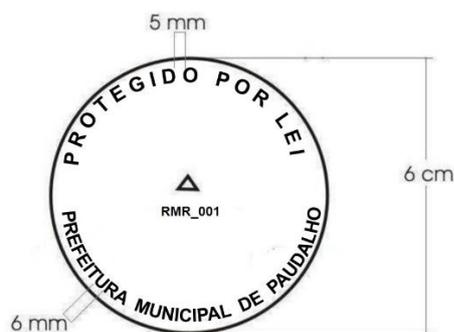
<b>Saída</b>	<b>Prefeitura Municipal de Paudalho</b>	<b>Distâncias</b>
<b>Itinerário</b>	Siga na direção noroeste na Praça Espírito Santo.	75 m
	Vire à direita para permanecer na Praça Espírito Santo	39 m
	Vire à direita na Praça Herculano Bandeira	650 m
	Vire à esquerda na R. Maciel Pinheiro	270 m
	Vire à direita na BR-408	2,7 Km
	Continue para BR-408 (O destino estará à direita)	950 m
<b>Chegada</b>	<b>ETE Senador Wilson Campos</b>	-

Fonte: Adaptação do Google Maps.

#### 4.3 MODELO DA CHAPA PARA O MUNICÍPIO DE PAUDALHO

Como o marco geodésico é acompanhado de uma chapa que o identifica, foi criado um modelo para a Rede Municipal de Referência de Paudalho. Esta segue as exigências de forma e legenda definidas pelo IBGE (Figura 23).

Figura 23 – Legenda utilizada nas chapas de Paudalho



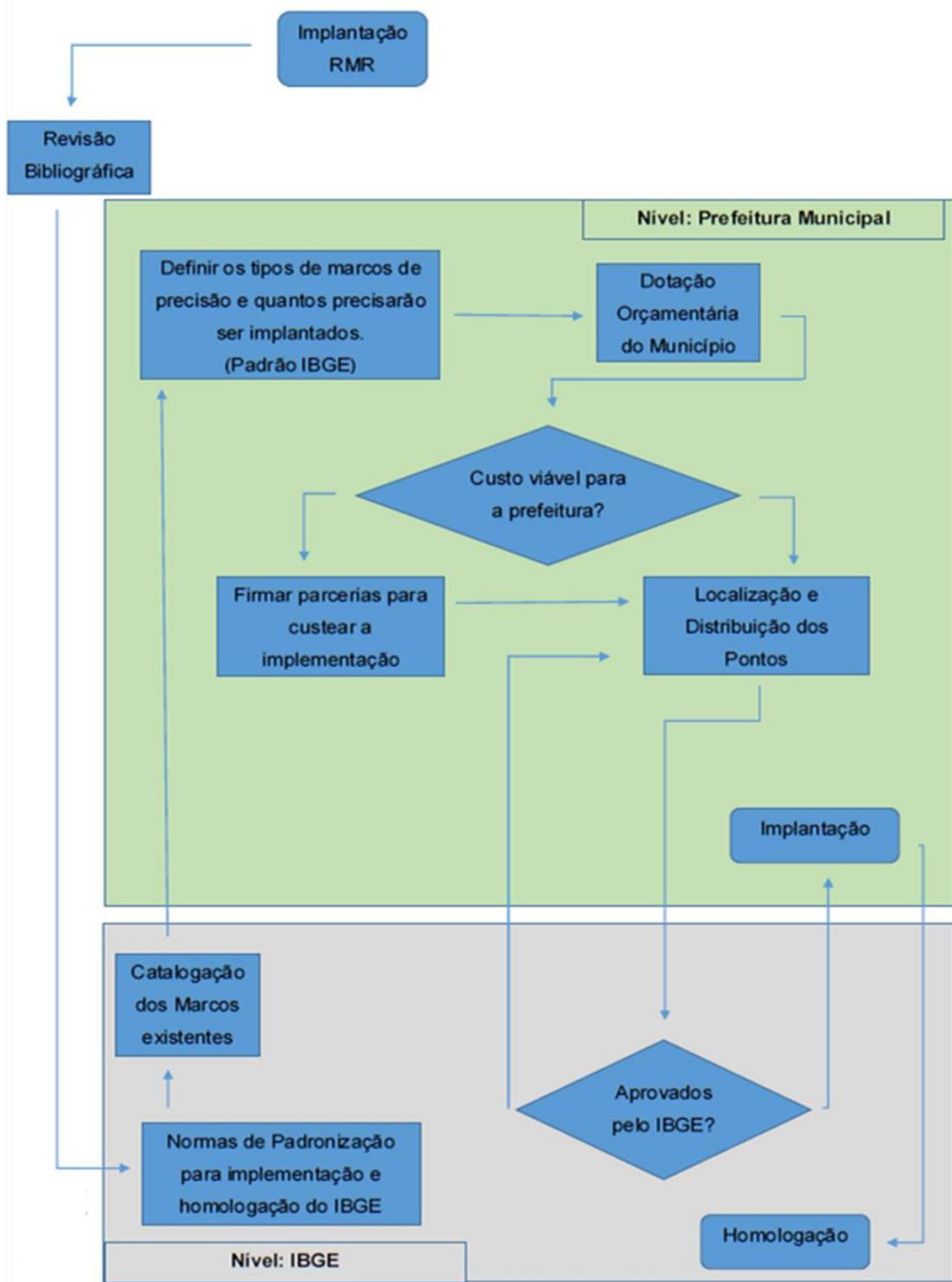
Fonte: Autor.

#### 4.4 FLUXOGRAMA DAS ETAPAS DESENVOLVIDAS

Tomando como base o presente trabalho e visualizando um melhor acompanhamento das etapas deste estudo, foi elaborado o seguinte fluxograma (figura 24):



Figura 24 - Fluxograma abordando as etapas do trabalho



Fonte: Autor.

## 5 CONCLUSÃO

Com este trabalho é possível repetir os mesmos processos para outros municípios de pequeno e médio porte.

O estudo inicial sobre a implementação de uma Rede Municipal de Referência no município de Paudalho apresentou a ausência e a necessidade de uma RMR em conformidade com as precisões, exigidas na NBR 13.133, a ser usadas para referenciar uma base cartográfica cadastral e um Sistema de Informação Geográfico (SIG).

No entanto, com o trabalho proposto pode-se visualizar a execução da RMR neste município e em outros de pequeno porte, entende-se que há, nos municípios de mesma característica, a possibilidade de ter uma rede de referência cadastral. Principalmente se houver parcerias com instituições que possam se interessar na pesquisa, custeando os preços de equipamentos e até mão de obra especializada.

A maior dificuldade percebida nesse estudo é a falta do conhecimento técnico e geral quanto as etapas para alcançar os resultados esperados. Isso deve-se também ao fato de não haver uma especificação técnica ou normas específicas para a implementação de uma RMR. Segundo o IBGE, está em desenvolvimento. De fato, ao ter esse padrão estabelecido os municípios poderão ter maior clareza dessa implementação, e conseqüentemente, poderão buscar a execução dessa rede em suas cidades.

A Prefeitura Municipal de Paudalho junto a ao Departamento de Engenharia Cartográfica da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, por meio dessa pesquisa, não firmaram um termo de cooperação técnica durante o período do trabalho e isso dificultou a execução da implantação. Porém este trabalho apresentou a viabilidade de implementação dos marcos geodésicos e os procedimentos para sua execução. A próxima etapa, será a execução da construção dos marcos, rastreamento e processamento de cada ponto, afim de seguir o que pede as diretrizes do IBGE quanto a homologação e padronização de marcos geodésicos, e por fim determinar as monografias de cada ponto. Cumpridas todas as etapas, ficará a cargo do IBGE homologar ou não os pontos apresentados aos mesmos.

Por fim, é recomendado que futuras pesquisas acadêmicas possam implantar e homologar uma RMR e dar continuidade a uma densificações da mesma em Paudalho.



## REFERÊNCIAS

AGUIAR, C, R. *Grade Ionosférica para Aplicações em Posicionamento e Navegação com GNSS*, 2010, 258f, Tese (Doutorado em Ciências Cartográficas) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/100253>>. Acesso em: 13 set. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13133**: Execução de levantamento topográfico. Rio de Janeiro, 1994. 35p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14166**: Rede de referência cadastral municipal - Procedimento. Rio de Janeiro, 1998. 23p.

CARNEIRO, A. F. T.; LOCH, C. Análise do cadastro imobiliário de algumas cidades brasileiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, 4. **Anais eletrônico...** Florianópolis: UFSC, 2000. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/131792>>. Acesso em: 4 out. 2018.

CATEN, A. T.; DE PELLEGRINI, G. C.; LANGENDOLFF, A.; SEBEM, E. Rede de referência cadastral como base para qualificar a geoinformação no campus da UFSM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 2., 2008, Recife. **Anais eletrônicos...** Recife: UFPE, 2008. Disponível em: < [https://www3.ufpe.br/cgtg/SIMGEOII\\_CD/Organizado/cad/201.pdf](https://www3.ufpe.br/cgtg/SIMGEOII_CD/Organizado/cad/201.pdf)>. Acesso em: 11 out. 2018.

COELHO, L. A. N.; CHAVES, J. C. Precisão na Determinação das Coordenadas dos Vértices de Imóveis Urbanos. **Revista Brasileira de Cartografia**, v 67, n. 2, p 287-305, Jan 2015. Disponível em: <http://www.lsie.unb.br/rbc/index.php/rbc/article/view/764>. Acesso em: 20 set 2018.

FORTES, L. P. S., et al. Plano de expansão e modernização das Redes Ativas RBMC/RIBaC, **IBGE**, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<https://artigos.ibge.gov.br/artigos-home/geodesia/2008-2005/3076-plano-de-expansao-e-modernizacao-das-redes-ativas-rbmc-ribac>>. Acesso em: 30 out 2018

GEMAEL, C.; ANDRADE, J. B. **Geodésia celeste**. Curitiba: UFPR, 2004, 389p.

IBGE. **Histórico de Paudalho.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/paudalho/historico>>. Acesso: 13 nov. 2018.

IBGE. **Homologação de marcos geodésicos.** Disponível em <[www.ibge.gov.br/geociencias/geodesia](http://www.ibge.gov.br/geociencias/geodesia)>. Acesso: 3 set. 2018.

IBGE. **Manual de normas, especificações e procedimentos técnicos para a carta internacional do Mundo ao Milionésimo - CIM 1:1 000 000.** Disponível em <[www.ibge.gov.br/geociencias/geodesia](http://www.ibge.gov.br/geociencias/geodesia)>. Acesso: 3 set. 2018.

IBGE. **Padronização de marcos geodésicos.** Disponível em <[www.ibge.gov.br/geociencias/geodesia](http://www.ibge.gov.br/geociencias/geodesia)>. Acesso: 3 set. 2018.

IBGE. **Resolução PR N ° 22:** Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos em Território Brasileiro – 21 de julho de 1983. Disponível em <[www.ibge.gov.br/geociencias/geodesia](http://www.ibge.gov.br/geociencias/geodesia)>. Acesso: 3 set. 2018.

IDOETA, I.; GAMA, M. Implantação de uma rede de referência cadastral urbana e rural. Disponível em: <<http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/Conea7/575>>. Acesso: 20 out 2018.

MARINI, M, C. *Integração da Rede GPS ITESP ao Sistema Geodésico Brasileiro*, 2002, 146f, Dissertação de Mestrado em Ciências Cartográficas - Faculdade de Ciência e Tecnologia, Unesp, Presidente Prudente, 2002. Disponível em: <<http://www.fct.unesp.br/index.php?inputNoticiasBuscaTopo=introdu%E7%E3o+a+arquitectura#!/pesquisa/grupos-de-estudo-e-pesquisa/gege/publicacoes/dissertacoes/>>. Acesso em: 13 set. 2018.

MONICO, J. F. G.; CAMARGO, P. O. *Controle de Qualidade em Levantamentos Geodésicos e Possibilidades de Metodologia para Atender a Lei 10.267.* Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista, 2003.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo GNSS:** descrição, fundamentos e aplicações. 2ª ed. São Paulo: Ed, UNESP, 2008. 473 p.

OLIVEIRA, A. P.; STATELLA, T. Implantação de estação planimétrica geodésica nas dependências do campus Bela Vista do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT). **Revista Brasileira de Geomática**, v. 5, n. 4, p. 543-560, out/dez. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbgeo>>. Acesso em: 12 set. 2108.

PAULINO, L.A.; CARNEIRO, A. F. T. Base de dados gráficos para sistemas de informações geográficas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, 3. **Anais eletrônico...** Florianópolis: UFSC, 1998. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/131792>>. Acesso em: 4 out. 2018.

PIMENTEL, J. S.; CARNEIRO, A. F. T. Cadastro Territorial Multifinalitário em Município de Pequeno Porte de Acordo com os Conceitos da Portaria N.511 do Ministério das Cidades. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 64, n. 2, p 201-212, mar. 2011. Disponível em: <<http://www.lsie.unb.br/rbc/index.php/rbc/article/view/435>>. Acesso em: 24 set. 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DO PAUDALHO. **História de Paudalho**. Disponível em: <<https://www.paudalho.pe.gov.br/portal/historia/>>. Acesso em: 4 nov. 2018.

ROCHA, R, S.; WESCHENFELDER, J. Rede Geodésica Municipal – A estrutura fundamental da cartografia urbana. **Conselho em Revista CREA-RS**, p. 33-34, 2011.

RODRIGUES, D. D. *Rede geodésica de precisão no estado de Minas Gerais: avaliação de diferentes estratégias de processamento e ajustamento*, Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-06122002-115813/pt-br.php>>. Acesso em: 02 out 2018.

SEEBER, G. **Satellite Geodesy**: foundations, methods, and applications. 2ª ed. Berlin, New-York: Walter de Gruyter, 2003. 526 p.

SILVA, M. V.; RAMOS, E. M. M. Rede de Referência Cadastral Municipal: estudo na cidade do Recife-PE, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIA DA GEOINFORMAÇÃO, 4. Recife, 2012. **Anais**

**eletrônicos...** Recife: UFPE, 2012. Disponível em: [https://www3.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIV/CD/artigos/GEODESIA/045\\_3.pdf](https://www3.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIV/CD/artigos/GEODESIA/045_3.pdf). Acesso em: 5 out. 2018.

SOUZA, A. M. B. *Análise e comparação de estruturas geodésicas tridimensionais definidas por métodos planialtimétricos de medição*. 2012. 163 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/10191>. Acesso em: 12 set. 2018.

TABAK, B. M.; DAYRELL, C. C. Uma análise econômica do Sistema Nacional De Informações Territoriais (SINTER): um problema de direito de propriedade. **Revista de Direito da Cidade**, v. 9, n. 4, p. 1529-1557, 16 dez. 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/320656236>. Acesso em: 15 set. 2018.

VANÍCEK, E. J.; KRAKIWSKY, E. J., et al, **Geodesy: The Concepts**, 2<sup>a</sup> ed. Canada: Elsevier Science Publishers B. V., 1986. 714 p.

VAZ, J. A.; SILVA, A. L.; RIBEIRO, G. P. Estudos das Etapas e Critérios para Homologação de Marcos Geodésicos SAT. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIA DA GEOINFORMAÇÃO, 4. Recife, 2012. **Anais eletrônico...** Recife: UFPE, 2012. Disponível em: [https://www3.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIV/CD/artigos/GEODESIA/005\\_3.pdf](https://www3.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIV/CD/artigos/GEODESIA/005_3.pdf). Acesso em: 28 set. 2018.

## ANEXO A - PADRONIZAÇÃO DOS MARCOS GEODÉSICOS (IBGE)

A chapa é uma peça metálica (cobre), boleada, que identifica a estação (Figura 25). Quando encontra-se engastada no topo de superfície estável, marco ou pilar, define o ponto de referência (i.e., origem das coordenadas) da estação.

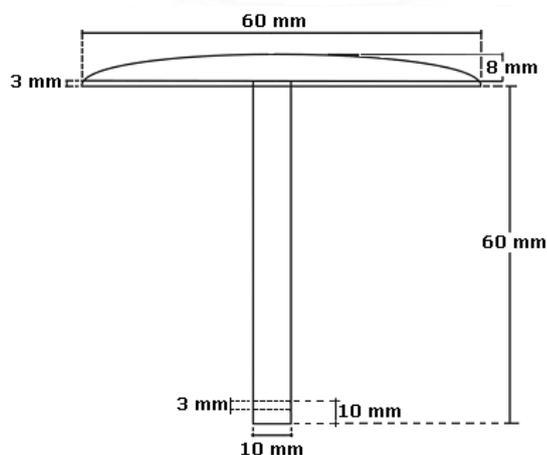
Figura 25 - Chapa padrão IBGE



Fonte: Padronização de Marcos Geodésicos, IBGE (2008).

Para a confecção da chapa, devem ser observadas as especificações constantes na Figura 26. No furo de 3 mm deve ser colocado um pedaço de arame retorcido, para garantir maior firmeza à peça quando de sua fixação e dificultar sua retirada.

Figura 26 - Especificação geral da chapa

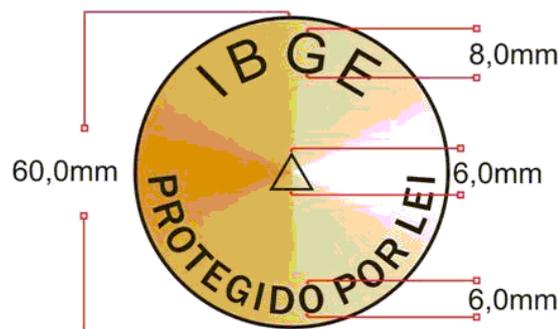


Fonte: Padronização de Marcos Geodésicos, IBGE (2008).

No furo de 3 mm deve ser colocado um pedaço de arame retorcido, para garantir maior firmeza à peça quando de sua fixação e dificultar sua retirada.

As legendas são as identificações das estações que são estampadas na chapa específica. As legendas devem ser estampadas com numerador de aço de 6 mm, conforme indicado na Figura 27. E a chapa que será aplicada ao Marco se encontra na Figura. Importante salientar que a nomenclatura das chapas serão RMR-001, RMR-002, RMR-003 e RMR-004, para as chapas em Paudalho (conforme foi estabelecido no Termo de Referência para as empresas que entrarão em processo de licitação).

Figura 27 - Especificação geral da legenda a ser estampada na chapa



Fonte: Padronização de Marcos Geodésicos, IBGE (2008).

As letras da sigla IBGE devem ter um espaçamento de 5 mm (Figura 28).

Figura 28 – Exemplo de Chapa de Estação Satélite

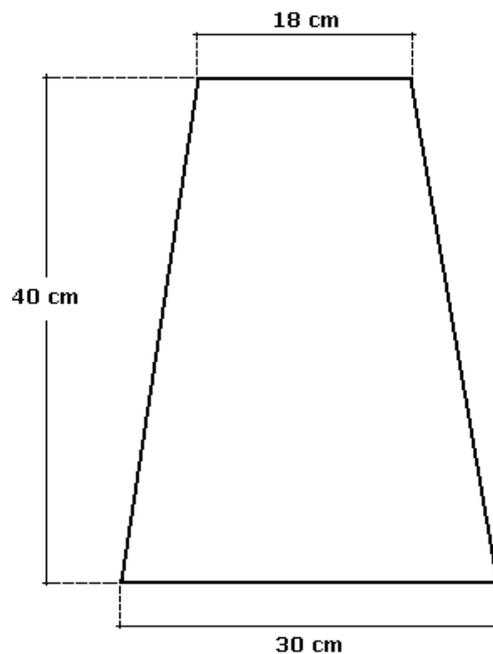


Fonte: Padronização de Marcos Geodésicos, IBGE (2008).

Levando em consideração tipo de marco escolhido, deverá obedecer aos seguintes formato e dimensões (Figura 29):

- Formato de tronco de pirâmide.
- Base quadrangular de 30 cm de lado.
- Topo quadrangular de 18 cm de lado.
- Altura 40 cm.

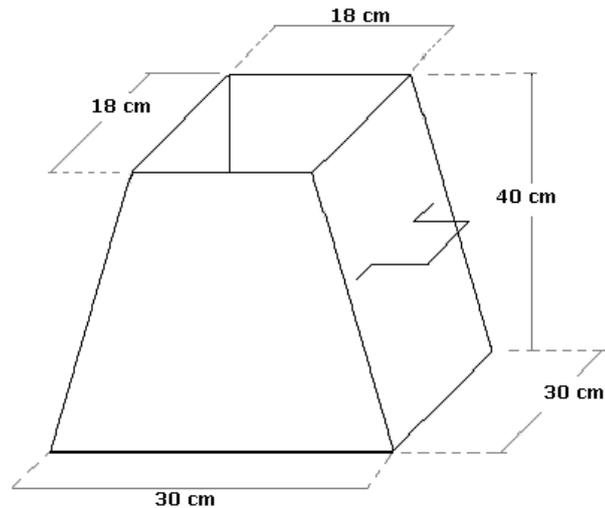
Figura 29 - Perfil do marco piramidal padrão IBGE



Fonte: Padronização de Marcos Geodésicos, IBGE (2008).

Para a confecção deste tipo de marco, deve ser utilizada uma forma metálica dotada de alças laterais. A forma deve ter o mesmo formato e dimensões do marco, conforme indicado na Figura 30.

Figura 30 - Forma com os padrões utilizados para o marco piramidal



Fonte: Padronização de Marcos Geodésicos, IBGE (2008).

Quanto a construção devem ser observadas as seguintes diretrizes:

- Adotar o traço da mistura proporcional 1x3x3 (cimento, areia e pedra);
- Utilização de pedra britada n.º 0 (zero) ou 1 (um);
- Os marcos deverão ser confeccionados antecipadamente, utilizando-se a forma metálica anteriormente descrita. Em locais de difícil acesso, os marcos poderão ser confeccionados in loco;
- Aplicar óleo queimado nas faces internas para facilitar a posterior retirada. O concreto deve ser vibrado com auxílio de vibrador portátil ou martelo de borracha;
- A chapa padrão IBGE deverá ser fixada no centro do topo do marco, quando a massa adquirir consistência suficiente. Excepcionalmente, a fixação poderá ser efetuada posteriormente, porém este procedimento não é recomendado; e
- As inscrições na chapa devem ser efetuadas antes de sua fixação no marco.

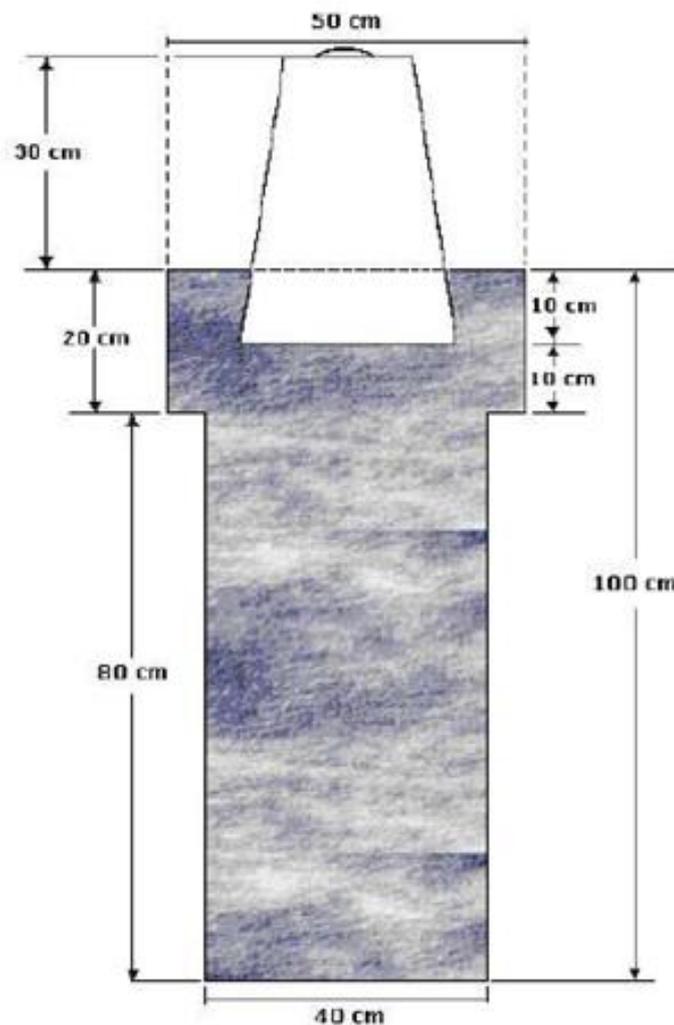
Para implantação é necessário:

- Abrir uma cava com 50 cm de lado até uma profundidade de 20 cm;
- Reduzir a dimensão do lado da cava para 40 cm, acrescentando à profundidade inicial 80 cm;

- Introduzir massa até uma altura que diste 7 cm da borda da cava; e
- Assentar o marco, preencher o restante da cava com a massa da fundação.

A Figura 31 possibilita a visualização deste modelo de marco.

Figura 31 - Esquema de estabelecimento de marco



Fonte: Padronização de Marcos Geodésicos, IBGE (2008).

- Com auxílio de réguas de 50 cm de comprimento por 10 cm de altura, dotadas de dobradiças nas quinas, confecciona-se a sapata de proteção lateral, na qual será gravada em baixo relevo a denominação do marco, conforme indicado na Figura 32. Devem ser utilizadas letras de 5 cm. As

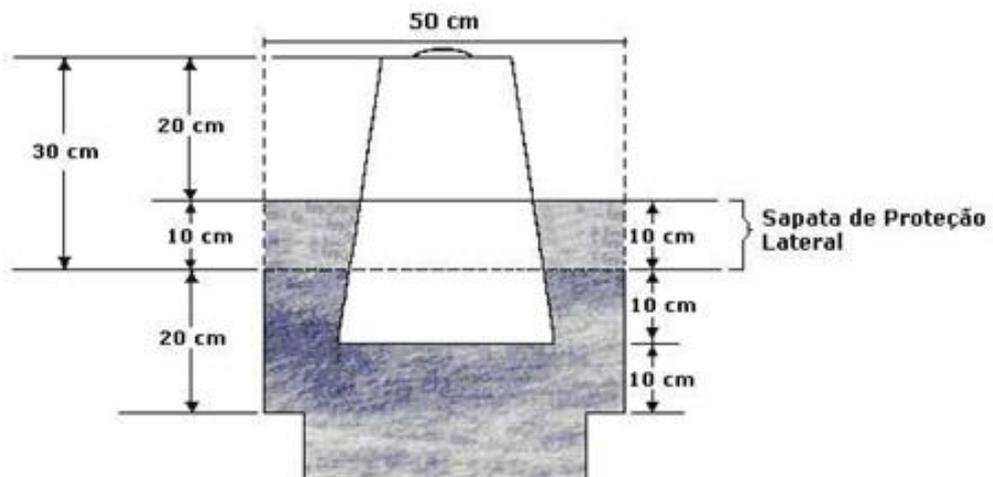
Figuras 33 e 34 possibilitam a visualização do marco com a sapata de proteção.

Figura 32 - Marco padrão IBGE com identificação em baixo relevo



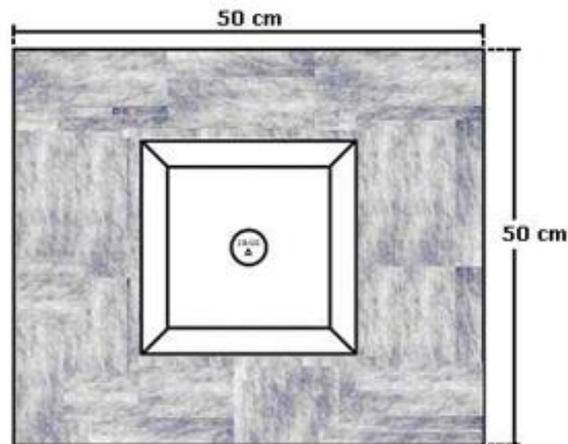
Fonte: Padronização de Marcos Geodésicos, IBGE (2008).

Figura 33 - Detalhe do marco com a sapata de proteção lateral



Fonte: Padronização de Marcos Geodésicos, IBGE (2008).

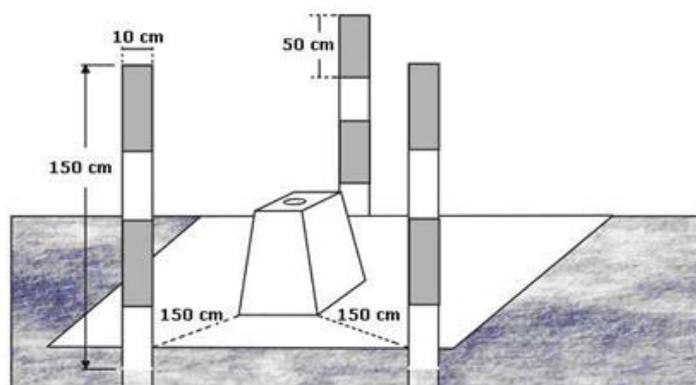
Figura 34 - Vista superior do marco com a sapata de proteção lateral



Fonte: Padronização de Marcos Geodésicos, IBGE (2008).

- Em áreas de cultura deverá ser implantada sinalização constituída por 3 (três) tubos de PVC de 10 cm de diâmetro com estrutura em concreto, ou poste similar, aflorando 1,5 m do solo natural, pintando em faixas horizontais alternadas de 50 cm nas cores branca e laranja, distando 1,5 m do marco principal. Onde não houver disponibilidade de tinta laranja, a mesma deve ser obtida através da mistura de 2 (dois) galões de tinta amarela com  $\frac{1}{2}$  (meio) galão de tinta vermelha.
- A cor laranja deverá ser aplicada na faixa do ápice da sinalização. A Figura 35 possibilita a visão do marco com os tubos de PVC.

Figura 35 - Marco com sinalização para área de cultura



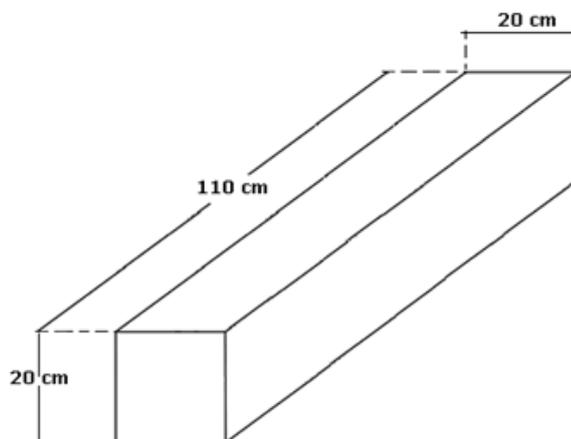
Fonte: Padronização de Marcos Geodésicos, IBGE (2008).

- Em relação ao marco principal, a estação de azimute deverá estar situada a uma distância máxima de 500 m, devendo ser mantida a intervisibilidade entre eles;
- Deve ser desenhado no acostamento da estrada ou asfalto com tinta na cor laranja, 60 cm de altura, orientado para o marco, com rolo de pintura de 10 cm de largura, a inscrição R-N, no caso de referência de nível, ou o código da estação, para os demais tipos de estação; e
- Os marcos deverão ser medidos após sua construção com 15 (quinze) dias de intervalo para regiões secas e 20 dias para regiões úmidas. As chapas cravadas poderão ser medidas após 1 (um) dia, quando a fixação ocorrer com resina, ou 3 (três) dias, com cimento.

O IBGE ainda traz informações de uma plataforma adicional de proteção:

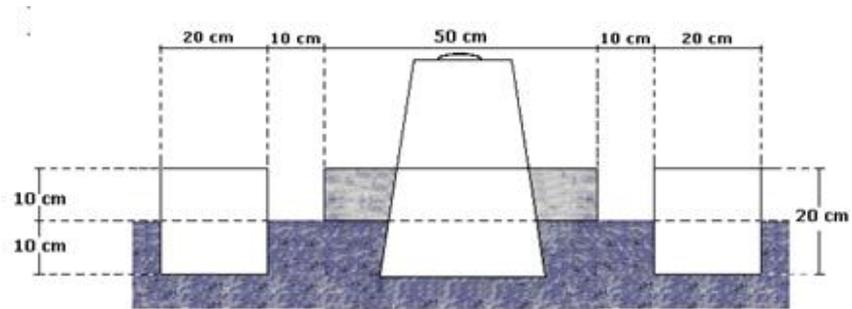
- Os marcos devem receber a plataforma adicional de proteção construída a 10 cm da sapata de proteção lateral, utilizando-se a mesma massa com traço 1x3x3. A plataforma terá as dimensões de 20 cm de largura, 20 cm de altura e afluando 10 cm do solo natural, efetuando-se a amarração das quinas através de vergalhão dobrado em ângulo reto. As Figuras 36 à 39 possibilitam a visualização do detalhe da plataforma adicional.

Figura 36 - Detalhe da plataforma



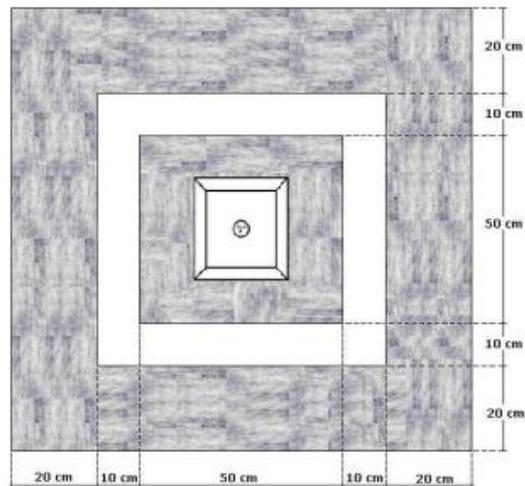
Fonte: Padronização de Marcos Geodésicos, IBGE (2008).

Figura 37 - Detalhe da plataforma com afloramento do solo



Fonte: Padronização de Marcos Geodésicos, IBGE (2008).

Figura 38 - Vista superior do marco com as plataformas de proteção lateral e adicional



Fonte: Padronização de Marcos Geodésicos, IBGE (2008).

Figura 39 - Marco padrão IBGE



Fonte: Padronização de Marcos Geodésicos, IBGE (2008).

## ANEXO B - TERMO DE COMPROMISSO PARA HOMOLOGAÇÃO DE MARCOS GEODÉSICOS

Este instrumento é um termo de compromisso entre \_\_\_\_\_ 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, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

---

Proponente

De acordo (quando for o caso)

---

Proprietário  
(reconhecer firma)





Código:   
(a critério do IBGE)

Identificação: 

Croqui:

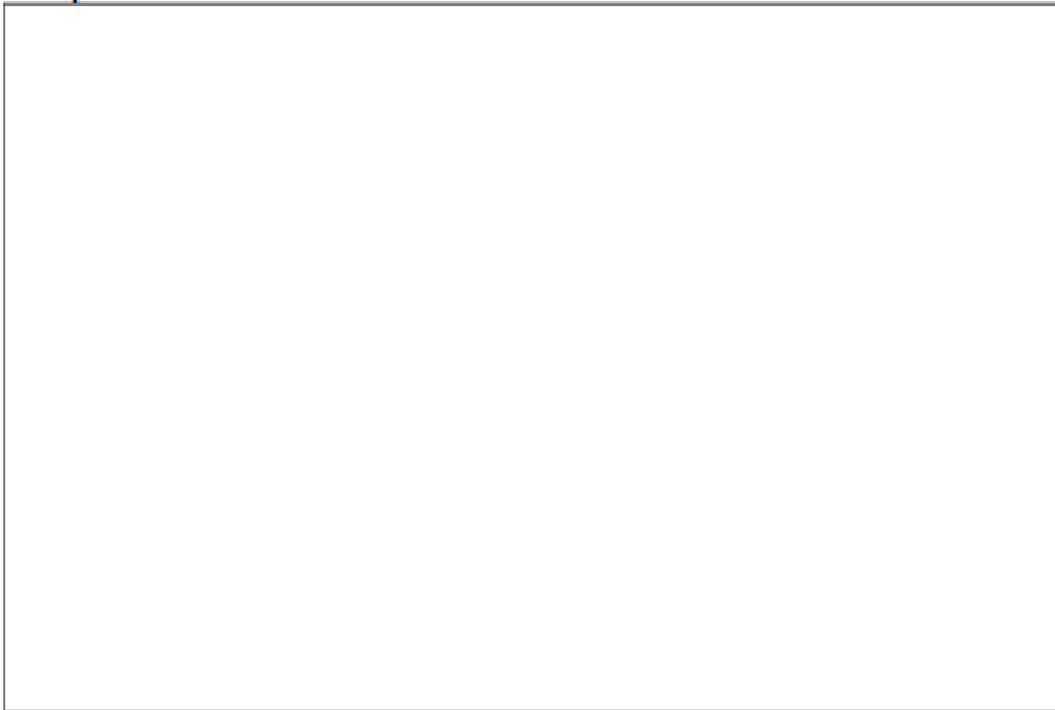


Gráfico de visibilidade:

