

IMPLANTAÇÃO DA REDE DE REFERÊNCIA CADASTRAL MUNICIPAL NA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE ABAETETUBA – PA

Implementation of Cadastral Municipal Reference Network in Urban Area of Municipal Abaetetuba – PA

Wesley Dan Quaresma Ferreira¹
Mayara Cobacho Ortega Caldeira²
Carlos Rodrigo Tanajura Caldeira³

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

Instituto Ciberespacial – ICIBE

Av. Perimetral, 2501, Belém, PA - Brasil

wesleydan15@hotmail.com ¹

mayarac.ortega@mail.com ²

caldeiract@gmail.com ³

Resumo:

O trabalho realizado no município de Abaetetuba, Estado do Pará, buscou a implantação de uma Rede de Referência Cadastral Municipal (RRCM) visto a precariedade do município no apoio cartográfico a projetos de engenharia e no desenvolvimento espacial da cidade. Uma RRCM consiste em um conjunto de estações geodésicas (chapas cravadas ou marcos geodésicos) fixas no terreno topográfico e com coordenadas vinculadas ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB). Segundo o sistema geodésico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e dados coletados em campo, a cidade de Abaetetuba consta apenas com uma única estação de referência (Referência de Nível) em boas condições de uso, as demais se encontram destruídas, danificadas ou não existem. Para o suporte da RRCM foram implantadas três estações geodésicas atendendo a critérios do IBGE e as normas brasileiras NBR 13133, sobre execução de Levantamento Topográfico, e NBR 14166, que trata dos procedimentos de implantação da rede de referência cadastral. A localização das estações implantadas foi escolhida de forma estratégica para atender a necessidade cartográfica da cidade como um todo. A precisão das coordenadas dos pontos foi adquirida através do Sistema Global de Navegação por Satélite (da sigla em inglês GNSS). Dessa forma, o estudo e as atividades descritas neste trabalho atenderam de forma satisfatória as necessidades que a cidade de Abaetetuba e sua população possuem na área da cartografia, além de contribuir de forma significativa com a manutenção do SGB.

Palavras-chave: Sistema GNSS; Sistema Geodésico Brasileiro; Rede de Referência Cadastral; Marco Geodésico.

Abstract

The work carried out in the municipality of Abaetetuba, State of Pará, sought the implementation of a Municipal Register Reference Network (RRCM), considering the precariousness of the municipality in the cartographic support to engineering projects and the spatial development of the city. A RRCM consists of a set of geodesic stations (fixed plates or geodesic landmarks) fixed in the topographic terrain and with coordinates linked to the Brazilian Geodetic System (SGB). According to the geodetic system of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), and data collected in the field, the city of Abaetetuba consists of only one reference station in good conditions of use; the others are destroyed, damaged or do not exist. For the support of the RRCM, three geodesic stations were implemented according to IBGE criteria and Brazilian standards NBR 13133, on Topographic Survey execution, and NBR 14166, which deals with the implementation procedures of the cadastral reference network. The location of the deployed stations was strategically chosen to meet the cartographic needs of the city as a whole. The accuracy of the coordinates of the points was acquired through the Global Navigation Satellite System (GNSS). Thus, the study and activities described in this study satisfactorily addressed the needs that the city of Abaetetuba and its population have in the area of cartography, besides contributing significantly to a maintenance of the SGB.

Keywords: GNSS System; Brazilian Geodetic System; Cadastral Reference Network; Geodetic Frame.

1. INTRODUÇÃO

A Cartografia é uma ciência com apoio científico em determinações geodésicas e topográficas (AGUIERRE & FILHO, 2009). Tais determinações, no âmbito urbano, proporcionam melhorias na organização espacial das cidades através de pontos de coordenadas materializados (chapas cravadas ou marcos geodésicos), utilizados na demarcação de glebas e propriedades com exatidão, na organização e/ou reorganização do espaço urbano e no auxílio de planejamento e execução de obras de serviços públicos essenciais.

O poder público, responsável pela administração da cidade, enfrenta dificuldades em extrair o potencial de seus trabalhos pela simples falta de informação do ordenamento do espaço urbano (FUSIEGER et al., 2016). Por isso, é necessário que tais informações, voltadas ao planejamento, sejam coletadas (KRANZ et al., 2012), visando auxiliar o gestor municipal a tornar a cidade mais eficiente na empregabilidade de seus serviços, em cumprir sua função social e em garantir a qualidade de vida de sua população.

A Constituição Federal de 1988, em seu Art. 30, norteia a competência dos municípios em relação à organização político-administrativa do país, e destaca no parágrafo VIII deste artigo que compete aos municípios “[...] promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano [...]” (BRASIL, 2001). Além disso, a partir da criação do Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001), as cidades passaram a ter o desafio de instituir o planejamento e o controle de seu território (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2004).

Um conjunto de estações geodésicas, distribuídas de forma a atender a maior área possível dentro dos limites da cidade, formando uma rede de referência, é um instrumento preciso de apoio básico a projetos de melhorias no ordenamento territorial urbano.

Dessa forma destaca-se a importância de uma Rede de Referência Cadastral Municipal (RRCM), que de acordo com as Normas Brasileiras de Execução de Levantamento Topográfico e de Procedimentos para a RRCM (NBR 13133/1994 e NBR 14166/1998, respectivamente), oferece apoio a levantamentos e projetos destinados a diversos fins, e é constituída por pontos (coordenadas) materializados e fixos topograficamente. Ressalta-se que esses pontos devem ser vinculados ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB).

A precisão das informações extraídas através da RRCM está estritamente ligada as tecnologias empregadas nas determinações geodésicas de sua implantação. O uso do sistema GNSS (*Global Navigation Satellite System* – Sistema Global de Navegação por Satélite) nas atividades que dependem de posicionamento geodésico oferece precisão no rastreamento das coordenadas do ponto, facilidade no manuseio dos equipamentos, além de custos acessíveis para os usuários (MONICO, 2008).

A Lei nº 243, de 28 de fevereiro de 1967, “fixa as diretrizes e bases da cartografia nacional” através da criação de uma estrutura que auxilie no desenvolvimento econômico e social do país; e em seu capítulo VII (dos marcos, pilares e sinais geodésicos) enfatiza a advertência de proteção legal a que esta estrutura está submetida. Porém, em visita as estações do SGB entre 2004 e 2006, em diversos Estados, incluindo o Pará, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apontou que, das 6.067 unidades visitadas, apenas 37,20% estavam em boa condição de uso (BARBOSA & CARVALHO, 2007), o que mostrar o descuido, mesmo com proteção da Lei nº 243, dos instrumentos cartográficos nos municípios.

Abaetetuba, no Estado do Pará, se configura como uma cidade típica da Amazônia, situado às margens do Rio Maratauíra e de acesso viário pelas PA 252 e PA 409 (IBGE - Mapas, 2014). Das seis estações do SGB implantadas na área urbana municipal apenas uma possui boa condição de uso (IBGE - Banco de Dados Geodésicos, 2015), o que faz do município um exemplo da deterioração da estrutura cartográfica e geodésica brasileira. Além disso, mostra a carência de Abaetetuba por instrumentos cartográficos que possam ser base de uma política pública que atenda às necessidades de sua população e promova uma organização urbana adequada a essas necessidades.

Outro fator que indica a demanda do município por instrumentos cartográficos e políticas eficazes de organização do espaço urbano é sua projeção demográfica. Segundo o senso do IBGE, no ano de 2010 o município possuía 141.100 habitantes (IBGE - Cidades, 2010); em 2016, o IBGE estimou 151.934 (IBGE - Cidades, 2016). Ou seja, em um curto intervalo de tempo (seis anos) houve um acréscimo de mais de 10.000 habitantes, o que compreende que haverá um aumento da infraestrutura municipal.

Dessa forma, Abaetetuba se apresenta como uma cidade de crescimento populacional acelerado e que tende a uma expressiva modificação de seu espaço urbano. A partir deste contexto, este trabalho buscou entender a necessidade de Abaetetuba em ter uma Rede de Referência Cadastral Municipal e como vincular essa rede ao Sistema Geodésico Brasileiro. Além disso, ressaltar a importância, para os administradores e à população do município, da Rede de Referência Cadastral Municipal para seus projetos urbanos.

A partir dessa análise, do aumento populacional e da carência do município em estrutura cartográfica de auxílio para ordenamento adequado do uso do solo, este trabalho objetivou a implantação de uma Rede de Referência Cadastral na cidade de Abaetetuba, vinculada ao SGB, com finalidade de oferecer aos seus legisladores e à sua população apoio em projetos de mapeamento, demarcação, georreferenciamento, projetos de engenharia, infraestrutura e ordenamento territorial, de forma a contribuir para que a cidade possa exercer sua função social e melhorar a qualidade de vida de seus habitantes. Enfatizando a importância da cartografia e cadastro nas administrações públicas, em especial nas cidades onde as determinações cartográficas não são empregadas de forma adequada, a exemplo de Abaetetuba.

2. ÁREA DE ESTUDO

Abaetetuba é um município pertencente a Mesorregião do Nordeste Paraense e a Microrregião de Cametá, sede municipal de coordenadas 01°43'24"S e 48°52'54"O, com limites municipais ao Norte pelos municípios de Ponta de Pedras e Barcarena, a Leste municípios de Barcarena e Moju, ao Sul municípios de Igarapé-Miri e Moju e a Oeste Municípios de Igarapé-Miri e Muaná.

A sede municipal é banhada pelo Rio Maratauíra e as rodovias de acesso à cidade são as PA-252 e PA-409 (Figura 1), e se encontra a uma distância de 53 km em linha reta e 122 km em trechos de rodovias (BR-316, PA-151 e PA-252) da Capital do Estado, Belém.

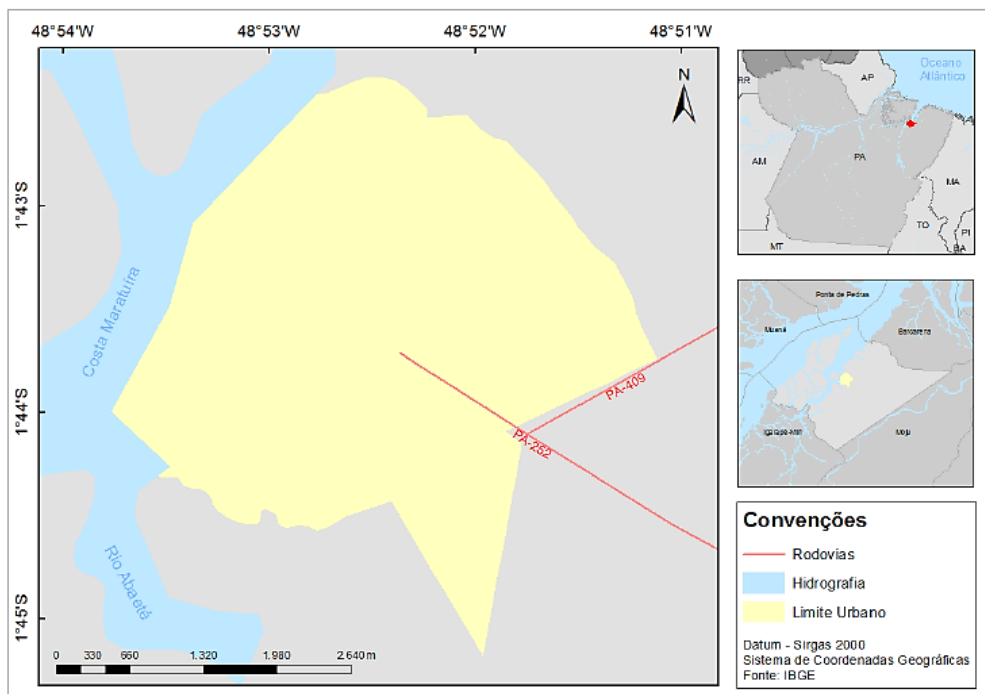


Figura 1 – Localização Municipal de Abaetetuba - Área Urbana.
Fonte: Elaborado pelo Autor com base nos dados do IBGE 2014.

Segundo estimativa do IBGE (2016), com 151.934 habitantes, Abaetetuba se configura como o 7º município mais populoso do estado do Pará, atrás apenas de Belém, Ananindeua, Santarém, Marabá, Parauapebas e Castanhal. O Atlas de Integração Regional do Estado do Pará (2010), utilizando-se de dados do IBGE, expôs que a população urbana do município consistia 59,46% de sua população total no ano de 2008. Considerando tal porcentagem, em 2017 a cidade de Abaetetuba pode ter ultrapassado o equivalente a 90.000 habitantes.

Tais números podem aumentar consideravelmente em decorrência da criação do Distrito Industrial de Abaetetuba (GOVERNO DO PARÁ, 2017). O termo de implantação do distrito foi assinado pelo Prefeito, Sr. Alcides Negrão, em junho de 2017. Dessa forma, é notável que o município passe por transformações que irá modificar o espaço físico-social da cidade, o que mostra que a presença da cartografia, por meio da rede de referência cadastral, torna-se instrumento essencial no direcionamento dos projetos e serviços de melhorias na dinâmica espacial da cidade.

3. REFERÊNCIAL TEÓRICO

Para uma melhor compreensão acerca dos procedimentos metodológicos empregados na implantação da rede de referência cadastral no município de Abaetetuba, buscou-se esclarecimentos sobre os assuntos teóricos abordados, conceitos sobre as ciências envolvidas e informações das técnicas utilizadas. Sendo assim, apresentam-se neste capítulo os elementos teóricos, autores e normas, tomados como referencial ao desenvolvimento prático do projeto.

3.1 Rede de Referência Cadastral

Para conceituar a Rede de Referência Cadastral Municipal (RRCM), ou Rede Geodésica Municipal, e as condições exigíveis para sua implantação, foram analisadas as normas NBR 13133, de maio de 1994, sobre execução de Levantamento Topográfico, e NBR 14166, de agosto de 1998, que trata dos procedimentos de implantação da rede de referência cadastral.

A rede de referência cadastral é definida como:

Rede de apoio básico de âmbito municipal para todos os levantamentos que se destinem a projetos, cadastros ou implantação de obras, sendo constituída por pontos de coordenadas planialtimétricas materializadas no terreno, referenciados a uma única origem (Sistema Geodésico Brasileiro - SGB) e a um mesmo sistema de representação cartográfica, permitindo a amarração e consequente incorporação de todos os trabalhos de topografia num mapeamento de referência cadastral (NBR 13133, 1994).

A NBR 14166 complementa que os pontos materializados no terreno e referenciados ao SGB garantem “[...] a posição dos pontos de representação e a correlação entre os vários sistemas de projeção [...]”, e permitem incorporar os trabalhos de topografia e cartografia destinados a “[...] construção e manutenção da Planta Cadastral Municipal e Planta Geral do Município [...]”. Destaca também que a RRCM é destinada a:

- a) Apoiar a elaboração e a atualização de plantas cadastrais municipais.
- b) Amarrar, de modo geral, todos os serviços de topografia, visando as incorporações às plantas cadastrais do município.
- c) Referenciar todos os serviços topográficos de demarcação, de anteprojetos, de implantação e acompanhamento de obras de engenharia em geral, de urbanização, de levantamentos de obras como construídas e de cadastros imobiliários para registros públicos e multifinalitários.

As vantagens da RRCM, conservada e implantada de forma distribuída, é que esta garante uma base cartográfica e cadastral atualizada, sem a necessidade de novo mapeamento, e o custo benefício aos levantamentos topográficos, sendo que os marcos geodésicos e chapas são utilizados na amarração das poligonais topográficas (COLLISCHONN, 2013).

3.1.1 Marcos Geodésicos

Os marcos geodésicos, segundo Rodrigues (1989), são a “[...] representação física da execução dos trabalhos geodésicos [...]”, ou seja, são eles que materializam no terreno os trabalhos geodésicos e, ao formarem a RRCM, oferecem apoio geodésico e topográfico aos trabalhos que necessitam dessas informações.

Segundo a NBR 14166 (1998), são classificados como:

- Marco geodésico de precisão: aqueles com finalidade de transportar o apoio geodésico básico do SGB ao interior da área municipal.
- Marco geodésico de apoio imediato: aqueles destinados a densificar o apoio geodésico básico. Desenvolvido a partir do marco geodésico de precisão, garante às operações topográficas suporte necessário na implantação de projetos de engenharia em geral.

Vale ressaltar que os marcos geodésicos devem ser referenciados a uma única origem, o SGB, e a um mesmo sistema de representação cartográfica, para haver uma interação entre as demais informações já referenciadas no território nacional.

3.2 Sistema Geodésico Brasileiro

O Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) é um sistema de referência posicional desenvolvido para adoção nacional (KRANZ et al., 2012), constituído de estações de referências, materializadas em sua grande maioria por monumentos de concreto com chapa metálica de identificação em seu topo (IBGE, 2017). A definição, implantação e manutenção do SGB são de responsabilidade do IBGE (MONICO, 2008) e visa o conhecimento da forma e dimensões da Terra e o fornecimento de apoio aos trabalhos de mapeamento executados em território nacional (IBGE, 2008).

O SGB tem seu início de implantação em outubro de 1939 (IBGE, 2017), e adota, desde 2005, o Sistema Geocêntrico para as Américas, de realização no ano 2000, como sistema de referência geodésico, denominado SIRGAS2000 (IBGE, 2005), um sistema de caráter global com origem geocêntrica, compatível com a precisão oferecida pelas tecnologias de posicionamento. Segundo o IBGE (2017), O SGB é composto pelas redes de precisão:

- Rede Altimétrica (Figura 2 (a)): conjunto de referências de nível (estações geodésicas) que materializam a componente altimétrica do SGB. Refere-se ao datum de Imbituba (SC), na maior parte do país, e de Santana (AP), na porção do país à margem esquerda do Rio Amazonas.
- Rede Gravimétrica (Figura 2 (b)): conjunto de estações geodésicas com finalidade de estabelecer a forma geoidal terrestre em determinado ponto.
- Planialtimétrica (Figura 2 (c)): conjunto de estações geodésicas do tipo SAT (GPS ou DOPPLER), EP (poligonal) e VT (vértice de triangulação), que materializam as componentes planimétrica e/ou planialtimétrica. Destaca-se a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS (RBMC) (Figura 2 (d)), cujas estações geodésicas, equipadas com receptores GNSS de alto desempenho, proporcionam diariamente informações para determinação de coordenadas.

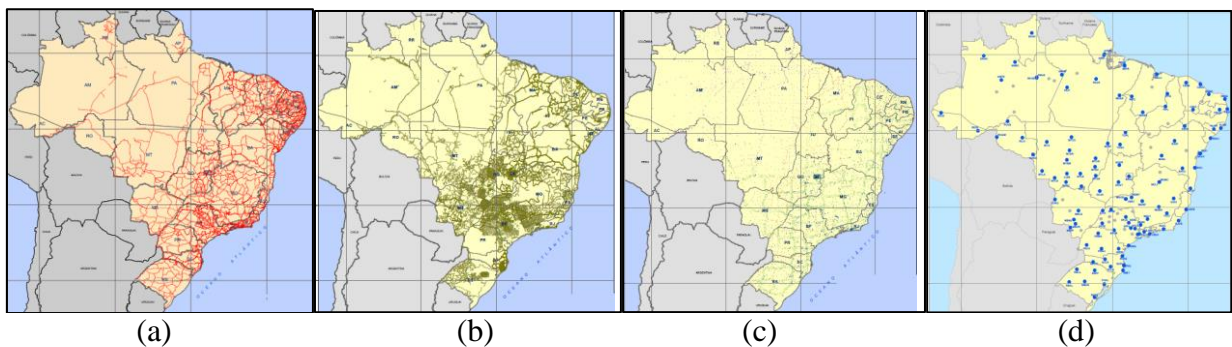


Figura 2 – Redes do Sistema Geodésico Brasileiro (a) Altimétrica, (b) Gravimétrica, (c) Planimétrica, (d) Ativa RBMC

Fonte: IBGE, 2017

Os levantamentos geodésicos devem, idealmente, estar referenciados as redes altimétrica, gravimétrica e planialtimétrica que compõem o Sistema Geodésico Brasileiro, sejam eles: levantamentos geodésicos de alta precisão, de âmbito nacional, levantamentos geodésicos de precisão, de abrangência regional, e levantamentos geodésicos para fins topográficos, de características locais (IBGE, 1983). A RRCM se classifica como de caráter local.

4. METODOLOGIA

Para a implantação da RRCM no município de Abaetetuba foi realizada uma análise da organização espacial da cidade, a fim de que a localização das estações implantadas possa atender aos critérios do IBGE. Tais critérios “[...] minimizam a degradação da precisão [...]” (IBGE, 2008), determinando um local estável para a materialização dos pontos geodésicos, de fácil acesso, livre das obstruções de interferência dos sinais dos satélites, e onde a segurança e a preservação dos marcos estejam garantidas.

Deste modo, nota-se que espaços públicos como praças e instituições de ensino são locais ideais, presentes em diversos pontos da cidade, para implantação das estações. A Figura 3, apresenta a localização aproximada das estações geodésicas no município de Abaetetuba-PA.

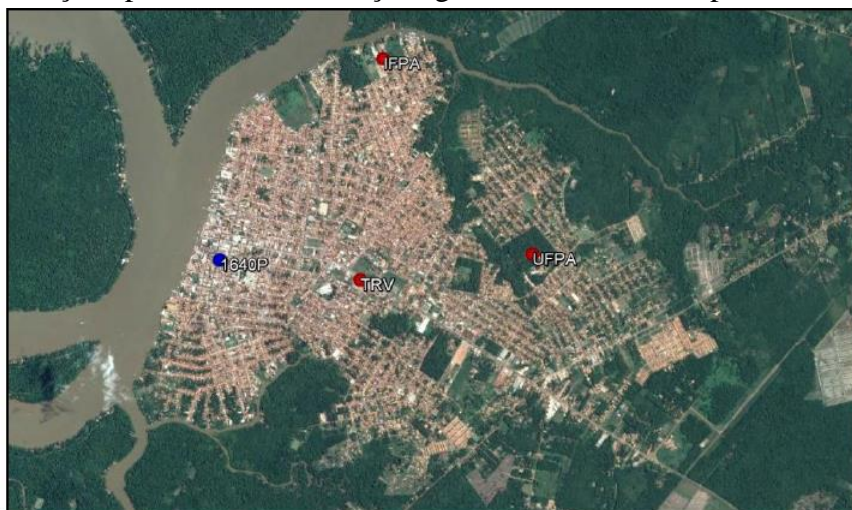


Figura 3 – Localização das estações geodésicas.

Fonte: Adaptado de Google Earth®.

Onde:

- TRV – Terminal Rodoviário Municipal Murilo Parente de Carvalho (M001).
- IFPA – Instituto Federal do Pará Campus Abaetetuba (M002).
- UFPA – Universidade Federal do Pará Campus Abaetetuba (M003).
- Estação 1640P (Referência de Nível), já integrada ao SGB, como parte da RRCM.

De acordo com a norma de Padronização de Marcos Geodésicos do IBGE (2008), as estações geodésicas devem ser identificadas através de legenda estampada nas chapas, e materializadas das seguintes formas:

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

As chapas de identificação seguiram os padrões estabelecidos pelo IBGE (2008), conforme ilustra a Figura 4.

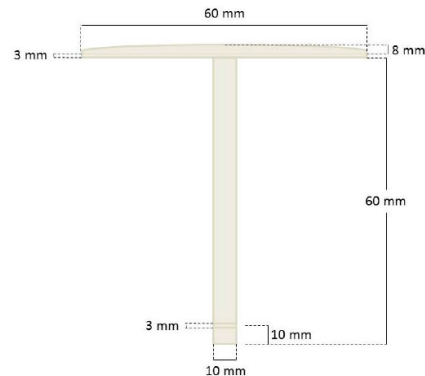


Figura 4 – Padronização das chapas de identificação.

Fonte: Adaptado de IBGE, 2008.

Os marcos geodésicos também seguiram os padrões do IBGE (2008), de formato de tronco de pirâmide, com base quadrangular de 30cm de lado, topo quadrangular de 18cm de lado e altura de 40cm. Em seu topo chapa metálica de identificação da estação, e em seu entorno sapata e plataforma de proteção lateral com dimensões específicas (Figuras 5). Para o concreto utilizado na confecção do marco, da sapata de proteção lateral e da plataforma adicional de proteção, adotou-se traço 1x3x3 (cimento, areia, seixo), conforme norma.

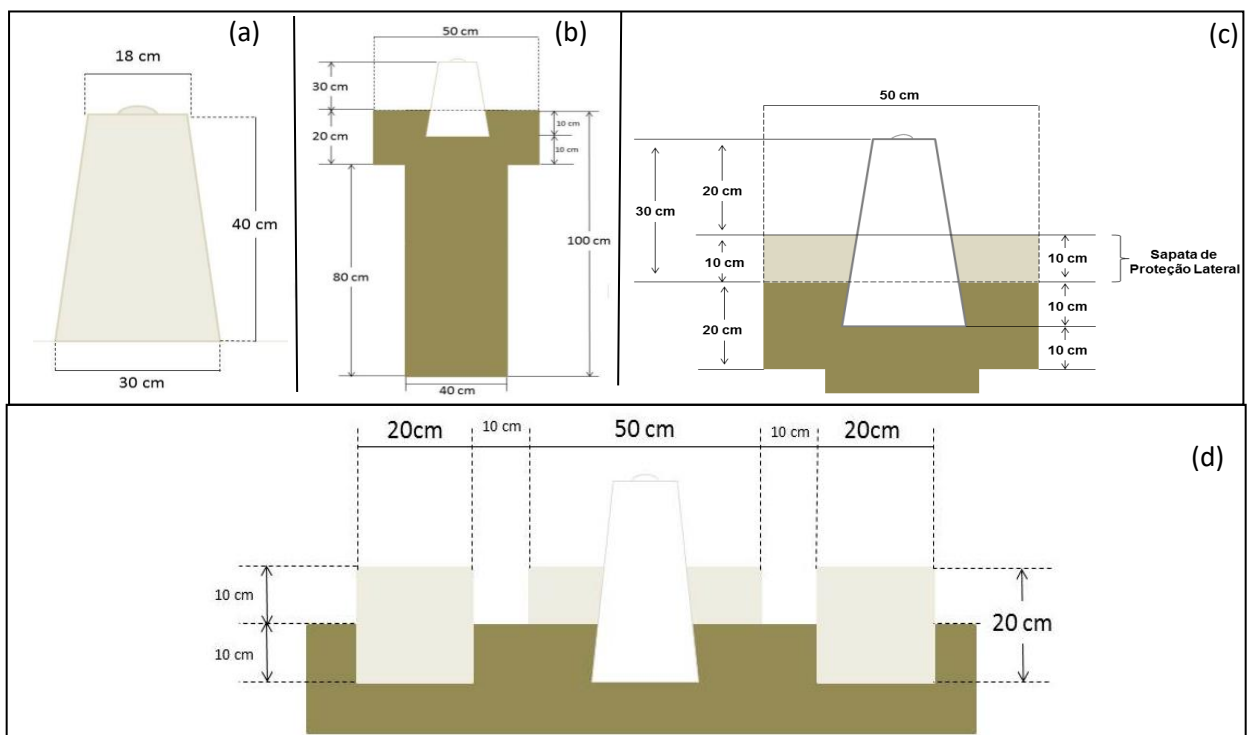


Figura 5 – Padronização de Marcos Geodésicos (a) dimensões do marco, (b) : dimensões da cava para fixação do marco no terreno, (c) sapata de proteção e (d) plataforma adicional de proteção

Fonte: Adaptado de IBGE, 2008.

De acordo com o IBGE (2016), em seu guia de “Instruções para homologação de estação estabelecida por outras instituições”, as observações devem ser coletadas com receptores geodésicos de dupla frequência (L1 - 1575,42 MHz; L2 – 1227,60 MHz), observadas em quatro sessões, com duração de 6 horas no mínimo e intervalo entre sessões de 1 às 48h. Deste modo, foi utilizado o receptor GNSS RTK FOIF (GPS/GLONASS/GALILEO/BEIDOU) modelo A30 de dupla frequência, máscara de elevação de 10° e a taxa de gravação de dados a cada 15s. A coleta de dados foi realizada nos dias 19, 20, 21, 22 e 23 de janeiro de 2018, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Informações referente ao rastreamento do receptor GNSS nas estações geodésicas.

Est.	Identificação	Seção	Altura da antena (m)	Data do rastreamento	UTC	Horário local	Intervalo de rastreamento
M001	34460212	1	1,062	21/01/2018	09:08:19	06:08:19	06:02:31
	34460222	2	1,202	22/01/2018	10:32:01	07:32:01	06:03:24
	34460232	3	1,175	23/01/2018	07:13:29	04:13:29	06:01:56
	34460233	4	1,175	23/01/2018	14:18:33	11:18:33	06:01:52
M002	34460213	1	1,088	21/01/2018	15:27:29	12:27:29	06:01:56
	34460221	2	1,088	21/01/2018	22:32:29	19:32:29	06:32:05
	34460231	3	1,158	22/01/2018	17:03:15	14:03:15	06:05:50
	34460241	4	1,224	23/01/2018	21:11:39	18:11:39	06:05:33
M003	34460192	1	1,499	19/01/2018	09:13:57	06:13:57	06:02:31
	34460201	2	1,499	19/01/2018	16:24:15	13:24:15	06:02:35
	34460202	3	1,335	20/01/2018	09:21:57	06:21:57	06:03:13
	34460211	4	1,335	20/01/2018	16:26:31	13:26:31	06:03:59

Fonte: Arquivos *RINEX* extraídos do receptor GNSS.

Após a coleta os dados brutos e os arquivos *RINEX* (*Receiver INdependent EXchange*) de cada ponto e seção foi encaminhado ao IBGE, juntamente com o “Termo de Compromisso para Homologação de Marcos Geodésicos”, anexo as “Instruções para homologação de estações estabelecidas por outras instituições”, com o descritivo das estações contendo informações de localização, descrição física do marco, itinerário do caminho necessário para se chegar a estação, e observações adicionais relevantes ao processo de homologação.

Todas as informações foram encaminhadas seguindo aos critérios do IBGE, em mídia digital e impresso no formato de relatório. Após esse processo, coube ao próprio IBGE à homologação, a integração das estações ao SGB e divulgação dos resultados a sociedade.

5. RESULTADOS

Para a implantação das estações foram emitidas autorizações dos administradores dos locais determinados: Prefeitura Municipal de Abaetetuba, Diretor do IFPA *Campus* Abaetetuba e Coordenador do *Campus* Abaetetuba da UFPA.

As estações foram identificadas através das iniciais PMA (Prefeitura Municipal de Abaetetuba), e da frase “PROTEGIDO POR LEI”, além da identificação numérica M001, para a estação localizada no Terminal Rodoviário (Figura 6a); M002, para a estação implantada no IFPA (Figura 6b); e M003 para a estação da UFPA (Figura 16c).

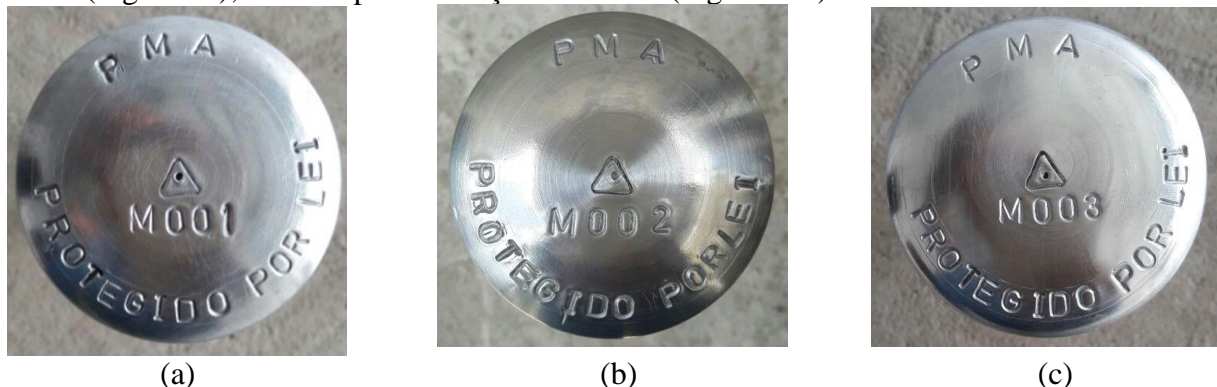


Figura 6 – Chapa de identificação (a) Estação M001, (b) Estação M002 e (c) Estação M003

Os marcos geodésicos foram confeccionados adotando medidas pré-estabelecidas pelo IBGE, como mostra a Figura 7.

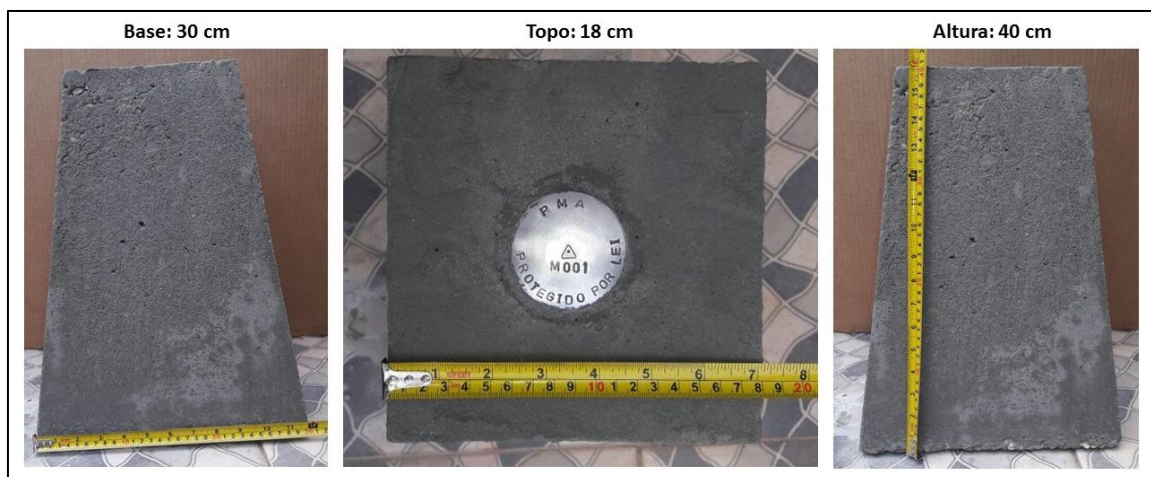


Figura 7 – Marco Geodésico confeccionado

Em cada local foi feita análise do ponto adequado para implantação das estações geodésicas de acordo com os critérios do IBGE.

Na UFPA encontrou-se a existência de superfície estável para se cravar a chapa (Figura 8), sendo dispensado o uso do marco.



Figura 8 – Receptor GNSS no momento do rastreamento na Estação M003, implantada em superfície estável no Campus da UFPA.

Nas dependências do IFPA não se encontrou superfície estável para fixação de chapa, havendo a necessidade de implantação de marco geodésico. O local escolhido não há fluxo de veículos e nem de pessoas, optando-se por não colocar a plataforma adicional de proteção, para minimização dos custos (Figura 9).



Figura 9 – Estação M002

Já no Terminal Rodoviário há um fluxo intenso de automóveis (pequeno, médio e grande porte) e de pessoas. Por isso, nesse ponto, foi implantado um marco geodésico com a construção, além da sapata de proteção, da plataforma adicional de proteção, a fim de manter a integridade construtiva e conseqüentemente a precisão das informações planialtimétrica do mesmo (Figura 10).



Figura 10 – Estação M001

Os dados referentes ao rastreamento pelo receptor GNSS (em formato RINEX) das estações geodésicas foram encaminhados ao IBGE, junto ao termo de homologação das estações. Como resposta, apenas os marcos M001 e M003 foram homologados e receberam os seguintes códigos, SAT 99710 e SAT 99712, respectivamente, sendo estes os identificadores para o acesso às informações no Banco de Dados Geodésicos do IBGE, disponível em <<http://www.bdg.ibge.gov.br/appbdg/>>. O marco M002 não foi homologado devido à grande discrepância entre os resultados final, sendo assim, um novo levantamento será realizado a fim de obter a homologação do mesmo.

Vale ressaltar que homologação em questão contribuiu para densificação da Rede Geodésica e é pública as informações dos referidos marcos (Figura 11 e 12), permitindo que usuários que necessitem de dados de posicionamento sobre a área em questão possam acessá-los sem custo.

Figura 11 – Relatório de Estação Geodésica SAT 99710 (M001)



Relatório de Estação Geodésica

Estação :	99710	Nome da Estação :	99710	Tipo :	Estação GPS
Município :	ABAETETUBA			UF :	PA
Última Visita:	23/01/2018	Situação Marco Principal :	Bom		

DADOS PLANIALTIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS		DADOS GRAVIMÉTRICOS	
Latitude	01° 43' 35,31800" S	Altitude Ortométrica(m)		Gravidade(mGal)	
Longitude	48° 52' 41,79891" W	Fonte		Datum	
Altitude Geométrica(m)	-17,496	Sigma Altitude(m)		Data Medição	
Fonte	GPS Geodésico	Datum		Data Cálculo	
Origem	Ajustada	Data Medição			
Datum	SIRGAS2000	Data Cálculo			
Data Medição	23/01/2018				
Data Cálculo	02/04/2018				
Sigma Latitude(m)	0,002				
Sigma Longitude(m)	0,002				
Sigma Altitude Geométrica(m)	0,007				
UTM(N)	9.809.040,094				
UTM(E)	736.042,355				
MC	-51				

Fonte: <<http://www.bdg.ibge.gov.br/bdg/pdf/relatorio.asp?L1=99710>> Acesso em 10/06/18

Figura 12 – Relatório de Estação Geodésica SAT 99712 (M003)



Relatório de Estação Geodésica

Estação :	99712	Nome da Estação :	99712	Tipo :	Estação GPS
Município :	ABAIETUBA	UF :	PA		
Última Visita:	20/01/2018	Situação Marco Principal :	Bom		

DADOS PLANIALTIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS		DADOS GRAVIMÉTRICOS	
Latitude	01 ° 43 ' 27,85228 " S	Altitude Ortométrica(m)		Gravidade(mGal)	
Longitude	48 ° 51 ' 51,16166 " W	Fonte		Datum	
Altitude Geométrica(m)	-16,198	Sigma Altitude(m)		Data Medição	
Fonte	GPS Geodésico	Datum		Data Cálculo	
Origem	Ajustada	Data Medição			
Datum	SIRGAS2000	Data Cálculo			
Data Medição	20/01/2018				
Data Cálculo	02/04/2018				
Sigma Latitude(m)	0,002				
Sigma Longitude(m)	0,002				
Sigma Altitude Geométrica(m)	0,008				
UTM(N)	9.809.267,721				
UTM(E)	737.608,175				
MC	-51				

Fonte: <<http://www.bdg.ibge.gov.br/bdg/pdf/relatorio.asp?L1=99712>> Acesso em 10/06/18

6. DISCUSSÃO

A NBR 14166 classifica os elementos de uma rede de referência cadastral e define o escalonamento hierárquico entre eles, em ordem decrescente, em:

- marco geodésico de precisão;
- marco geodésico de apoio imediato;
- marcos referenciados de divisas estaduais e municipais;
- referências de nível de precisão
- referências de nível de apoio imediato
- referências de nível topográficas
- pontos topográficos
- pontos de referência de segmentos de logradouros
- pontos de esquina
- pontos de referência de quadras
- pontos de referência para estrutura fundiária;
- pontos de referência de glebas.

As estações implantadas no município de Abaetetuba se enquadram nos elementos “marco geodésico de precisão” e “marco geodésico de apoio imediato”, onde o primeiro tem por finalidade transportar o apoio do SGB ao interior municipal, e o outro o suporte necessário às operações que necessitam de base topográfica e geodésica.

Considerando essas normas, os locais de implantação das estações geodésicas foram escolhidos não somente por se tratarem de espaços de fácil localização e acesso, e/ou para garantir a integridade das estruturas. Mas levou-se também em consideração que, essa configuração da distribuição das estações no âmbito municipal, atende ao quesito da densidade.

Além disso, as estações implantadas em Abaetetuba tornam-se, não somente apoio aos projetos de melhorias urbanas para a cidade, mas também apoio a futuros trabalhos topográficos e acadêmicos que tendem a implantação dos demais elementos da hierarquia da rede de referência cadastral, densificando sua estruturação.

Ressalta-se que, ao se fazer o transporte do SGB ao interior do município, a linha de base entre o vértice de referência (as estações M001, M002 e M003, de coordenadas conhecidas e atreladas ao SGB por homologação do IBGE) e o vértice de interesse (qualquer ponto dentro do âmbito municipal que se queira ter suas coordenadas com precisão) reduz consideravelmente, reduzindo o tempo de rastreamento para os trabalhos realizados em Abaetetuba quando comparado a linha de base entre a cidade e as estações BELE e BEPA, ou outras estações planialtimétricas do SGB. Além disso, oferece facilidade aos levantamentos topográficos que não necessitam, de forma direta, de rastreamento GNSS, como os trabalhos realizados com equipamentos como o teodolito e o nível óptico.

6.1 Custo da Implantação dos Marcos/Chapas

O custo total do projeto foi de R\$ 730,50 (setecentos e trinta reais e cinquenta centavos), havendo a necessidade de mão de obra técnica para a confecção das chapas metálicas de identificação, da abertura da cava e sua concretagem para assentamento do marco geodésico, e confecção das estruturas de proteção. Ressalta-se que a pintura dos marcos e concretagem da chapa foi feita pelos autores.

A Tabela 1 expõe os materiais necessários para a materialização das estações geodésicas, bem como seus respectivos valores.

Tabela 1 – Relação de materiais e custo do projeto.

Material	Valor Unitário*	Quantidade	Valor Total
Chapa metálica	-	3	R\$ 200,00
Forma para marco geodésico	-	1	R\$ 25,00
Forma para sapata de proteção	-	1	
Compensado	R\$ 50,00	1	R\$ 50,00
Cimento	R\$ 29,00	3	R\$ 87,00
Areia	R\$ 100,00/metro	½ metro	R\$ 50,00
Seixo	R\$ 100,00/metro	½ metro	R\$ 50,00
Tinta	R\$ 15,00	1	R\$ 15,00
Pincel	R\$ 3,50	1	R\$ 3,50
Mão de obra	-	-	R\$ 250,00
Custo Total			R\$ 730,50

Fonte: *Valores cotados em materiais de construção em janeiro de 2018, pela empresa local R. Materiais de Construção.

7. CONCLUSÕES

O Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), desde o início dos trabalhos geodésicos no Brasil em 1939, tem se expandido e se densificado para todo o território nacional, principalmente pós advento da tecnologia GNSS. Porém, paralela ao seu desenvolvimento, a deterioração do SGB também vem ocorrendo, realidade que pode ser vista ao se analisar o estado físico das estações geodésicas implantadas nos municípios brasileiros, com exemplo ao município de Abaetetuba – PA.

No município, o descaso com as estruturas do SGB (marcos geodésicos e chapas cravadas) pode ser analisado mediante ao Banco de Dados Geodésicos (BDG) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e, para o desenvolvimento deste trabalho, foi realizada visita in loco nas áreas indicadas pelo memorial descritivo das estações. O que se observou foi o desaparecimento das estações geodésicas, resultando à cidade de Abaetetuba carência de base cartográfica para trabalhos destinados ao adequado ordenamento territorial, e a projetos que necessitam de precisão geodésica e topográfica para sua implantação.

Ressalta-se que, das estações analisadas através do BDG e visitadas, apenas uma encontra-se em bom estado de conservação e uso, a Referência de Nível 1640P. Porém, tal estrutura encontra-se distante das áreas periféricas e de expansão da cidade, locais onde a organização urbana possui maior deficiência.

Com base nessa realidade foi realizada a implantação de três estações geodésicas em Abaetetuba, formando uma Rede de Referência Cadastral Municipal (RRCM), e vinculou-se ao SGB através de sua homologação mediante ao IBGE, com base nas Normas Brasileiras 13133 e 14166. Para a materialização das estações em marcos ou chapas cravadas, foi adotado os padrões estabelecidos pelo IBGE. Tais normas oferecem ao SGB notável organização de sua estrutura no âmbito nacional, além de permitir maior proteção contra destruição ou depredação dessas estruturas.

As estações foram materializadas em diferentes pontos da cidade, permitindo com que os trabalhos realizados a partir das estações possam abranger a cidade como um todo, ou possam ter base cartográfica como apoio em qualquer ponto da cidade.

Dessa forma, a implantação da RRCM em Abaetetuba contribui significativamente para o desenvolvimento estrutural e na organização espacial da cidade, tornando-se peça essencial de apoio cartográfico a projetos de engenharia que tem por finalidade tais objetivos, face a realidade demográfica e de expansão urbana. Além disso, ao transportar o apoio geodésico básico do SGB ao interior de uma área municipal, contribuiu com a cartografia nacional, densificando a rede geodésica brasileira à lugar onde o sistema, ao longo dos anos, sofreu depredações e se tornou deficiente.

Referências Bibliográficas

AGUIERRE, A. J.; FILHO, J. A. M.. **INTRODUÇÃO À CARTOGRAFIA: SEGUNDA EDIÇÃO**. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, 2009.

ALMEIDA, J. V.; OLIVEIRA, V. N. B. **ALGORÍTIMOS DE LOCALIZAÇÃO ASSISTIDA POR GPS**. Julho de 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13133 – Execução de Levantamento Topográfico**. Rio de Janeiro: 2004.

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

BARBOSA, M. H. F.; CARVALHO, V. G. **ENVOLVIMENTO DAS AGÊNCIAS DE COLETA DO IBGE NA MANUTENÇÃO FÍSICA DOS MARCOS DO SISTEMA GEODÉSICO BRASILEIRO**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia. 2007.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988. **TÍTULO VII – Da Ordem Econômica e Financeira. CAPÍTULO II – Da Política Urbana.** Artigo 182 e Artigo 183. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2016.

BRASIL. Decreto-Lei nº 243, de 28 de fevereiro de 1967. **Fixa as Diretrizes e Bases da Cartografia Brasileira e dá outras providências.** Brasília: Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. **Estatuto da Cidade e Legislação Correlata.** – 2. ed., atual. – Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas.

COLLISCHONN, C. **PLANEJAMENTO, MATERIALIZAÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE REDE GEODÉSICAS.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: 2013.

FUSIEGER, M.; COLOMBO, P. H.; MARTINS, R. **MAPEAMENTO TOPOGRÁFICO/CADASTRAL DO MUNICÍPIO DE UNIÃO DA SERRA – RS.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: 2016.

GOVERNO DO PARÁ. **Atlas de Integração Regional do Estado do Pará.** Belém: 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Instruções para homologação de estação estabelecida por outras instituições.** Novembro de 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Padronização de Marcos Geodésicos.** Agosto de 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **RECOMENDAÇÕES PARA LEVANTAMENTOS RELATIVOS ESTÁTICOS – GPS.** Abril de 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **RESOLUÇÃO DO PRESIDENTE:** Altera a caracterização do Sistema Geodésico Brasileiro. Fevereiro de 2005.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **RESOLUÇÃO – PR nº 22 de 21-07-83.** Setembro de 1983.

INCRA. INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **MANUAL TÉCNICO DE POSICIONAMENTO:** Georreferenciamento de Imóveis Rurais. 1ª Edição. Brasília: 2013.

KRANZ, E.; RAMOS, G. S.; BLEDOW, G. D. **MAPEAMENTO TOPOGRÁFICO E CADASTRAL DA REGIÃO URBANA DE PRESIDENTE LUCENA.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: 2012.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Diretrizes Técnicas para Apresentação de Projetos e Construção de Estabelecimentos de Ensino Público:** Instrução para Elaboração de Memorial Descritivo. Volume II. Maio de 2012.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **PLANO DIRETOR PARTICIPATIVO:** guia para elaboração pelos municípios e cidadãos. Brasília: 2004.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo GNSS:** Descrição, fundamentos e aplicações. 2. ed. São Paulo: Editora UNESP, 2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ABAETETUBA. Projeto de Lei: 012/06 de setembro de 2006. **PLANO DIRETOR PARTICIPATIVO.** Abaetetuba: 2006.

RODRIGUES, A. C. **MARCOS GEODÉSICOS DO IBGE.** V Encontro de Engenheiros Cartógrafos do Nordeste. IBGE – DRG/CE – Divisão de Geodésia. Aracaju – SE, maio 04 – 06, 1989.

SUCI, F. M.; CARVALHO, A. S.; COSTA, M. F. **INFLEÊNCIA DAS EFEMÉRIDES TRANSMITIDAS E PRECISAS NO TRANSPORTE DE COORDENADAS.** Revista Agrogeoambiental. Abril, 2010.