



## Implantação de rede de referência cadastral municipal (RRCM)

### Implantación de la red de referencia catastral municipal (RRCM)

#### **Marili Siqueira da Silva**

Cientista Social, aprovada pelo comitê científico do CAPES, autora do livro “Análise para o Futuro”, publicado em 2020, vendido em mais de 60 países, é escritora e autora de outros livros acadêmicos e de cadernos de atividade de práticas supervisionadas. É mestra em Ministry in Business Administration pela Florida Christian University/ FCU/USA. É mestranda em Engenharia Civil na Unicamp, pós graduada em Gestão Empresarial e Financeira pelo Centro Universitário de Santo Andre - Unia , pós graduada em Logística e Processos Industriais pela Faculdade de Ciências Gerenciais de Jundiaí - FCG, MBA em Gestão de Negócios Internacionais pela Florida Christian University - FCU/USA, pós graduada em Estratégias de Marketing Aplicadas ao Turismo e Hotelaria pela Universidade de São Paulo - USP, pós graduada em Gestão de Pessoas pelo Centro Universitário Ibero-Americano - Unibero, pós graduada em Didática do Ensino Superior pela Faculdade Politecnica de Jundiaí - Anhanguera, pós graduada em Metodologias Ativas – Unifaj, pós graduanda em Estética Avançada pela Uniasselvi, graduada Bacharel em Administração de Empresas pelo Centro Universitário de Santo Andre - Unia e graduada Bacharel em Ciências Contábeis pela Unifaj, graduanda em Matemática pela Uniasselvi. É Professora universitária com vasta experiência no setor, atuando como Docente, Coordenadora e Diretora de Instituição de Ensino, com 23 anos de experiência em cursos de graduação em Administração, Tecnólogos e Engenharia e há 16 anos em cursos de Pós-graduação. Experiência profissional de 31 anos na área administrativa, financeira e produção. Foi Diretora Executiva de Estratégias em empresa do setor de Franquia e Diretora Executiva no setor de Energia Elétrica, Consultora e Assessora em Gestão Empresarial desde 2001. Exerce Mentoria e Coaching de Gestores e Executivos de diferentes setores de negócio. É palestrante na área de Gestão de Negócio e Gestão Estratégica, entre outros temas. Como professora de graduação e pós-graduação, leciona diferentes disciplinas: Engenharia de Manutenção, Engenharia Econômica, Pesquisa Operacional, Gestão da Qualidade, Gestão de Pessoas, Administração Financeira e Orçamentária, Custos de Produção, Gestão Estratégica, Competências Profissional, PCP, Processos de Fabricação, Projeto do Produto, Gerenciamento de Projetos e Logística, Gestão de Obras, Mecânica e Fluidos, Gestão da Cadeia de Suprimentos, Empreendedorismo, Metodologia Científica, TCC, Estágio, entre outras. Atualmente é Diretora de Polo Educacional IEMS – Instituto Educacional Marili Siqueira, Universidade Uniasselvi

#### **Rafael Jose Pepi**

Engenheiro Agrimensor, graduado pela Faculdade de Engenharia de Agrimensura de Pirassununga - FEAP, é Engenheiro Civil graduado pela Unija. Experiente em: Projetos de Redes de Saneamento Urbano, Avaliações e Perícia, Agrimensura Legal Agrária, Aerolevantamentos, Projetos de Terraplanagem e Pavimentação, Hidrometria e Batimetria, Loteamento, Barragens em Terra e Enrocamentos  
E-mail: rafael@ip2engenharia.com.br

#### **Thafareu Henrique Pepi**

Engenheiro Agrimensor, graduado pela Faculdade de Engenharia de Agrimensura de Pirassununga - FEAP, é Engenheiro Civil graduado pela Unija. Experiente em: Acompanhamento e serviços de topografia e agrimensura em obras, , Agrimensura Legal, Geoprocessamento, Hidrometria e Batimetria, Loteamento, Georreferenciamento de Imóveis.  
E-mail: thafareu@ip2engenharia.com.br

#### **Ederson Piccoli**

graduando em Engenharia Civil pela Unifaj, Perito Judicial, Técnico em Transações Imobiliária, Atua no Mercado Imobiliário, Análise de Viabilidade de Mercado, Gestão de Desenvolvimento, Laudos de Perícias, Regularização de Áreas  
E-mail: eder@jelp.com.br



## RESUMO

A proposta é para implantação de uma rede de referência cadastral municipal em Leme, Estado de São Paulo, uma vez que o município não possui 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 marcos geodésicos fixados no terreno com coordenadas vinculadas ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), localizados em pontos estratégicos para atender à necessidade cartográfica da cidade de modo geral. A cidade de Leme não possui rede de marcos geodésico de referência, portanto, a proposta para a implantação da RRCM são de 47 (quinze) marcos geodésicas atendendo a critérios do IBGE e as normas brasileiras sobre execução de Levantamento Topográfico e procedimentos de implantação da rede de referência cadastral municipal.

**Palavras-chave:** Sistema, Geodésico, Brasileiro, Rede de Referência, Cadastral, Municipal

## RESUMEN

La propuesta es implementar una red de referencia catastral municipal en Leme, Estado de São Paulo, una vez que la ciudad no cuenta con una Red de Referencia Catastral Municipal (RRCM), debido a la precariedad de la ciudad en el apoyo cartográfico a proyectos de ingeniería y en el desarrollo espacial de la ciudad. Una RRCM consiste en un conjunto de marcas geodésicas fijadas en el suelo con coordenadas vinculadas al Sistema Geodésico Brasileño (SGB), localizadas en puntos estratégicos para atender las necesidades cartográficas de la ciudad en general. La ciudad de Leme no cuenta con una red de hitos geodésicos, por lo tanto, la propuesta para la implementación de la RRCM son 47 (quinze) hitos geodésicos cumpliendo los criterios del IBGE y las normas brasileñas sobre la ejecución de Levantamientos Topográficos y procedimientos para la implementación de la red de referencia catastral municipal.

**Palabras clave:** Sistema, Brasileño, Geodésico, Referencia, Red, Catastral, Municipal

## 1 INTRODUÇÃO

Este projeto trata sobre o título da área de cartografia, tema (Implantação de REDE DE REFERENCIA CADASTRAL MUNICIPAL) RRCM constituído por marcos geodésicos a serem implantados na cidade de LEME SP, pretende-se tratar sobre assuntos relacionados a padronização e posicionamento geográfico de novos projetos de engenharia junto ao município de Leme.

A Cartografia é uma ciência com apoio científico em determinações geodésicas e topográficas (AGUIRRE; 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 e posicionamento de glebas e outras 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 topográficos e novos projetos.

a) Marco Geodésico: ponto geodésico planimétrico da Rede de Referência Cadastral implantado e materializado no terreno (NBR 14166/1998).

b) Gleba: porção de terreno rural ou urbano que ainda não foi objeto de loteamento ou desmembramento (NBR 14166/1998), 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).

O objetivo principal deste trabalho é propor a implantação de uma Rede de Referência Cadastral Municipal, vinculada ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), no

perímetro urbano do município de Leme - SP, como instrumento de apoio a projetos de infraestrutura urbana 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. Para atingir o objetivo de implantação da Rede de Referência Cadastral Municipal na cidade de Leme foram definidos os seguintes objetivos específicos: a) Analisar a organização territorial da malha urbana da cidade para definir a melhor estratégia de localização do posicionamento a ser implantado dos marcos geodésicos; b) Materializar os marcos geodésicos (através de marco geodésico de concreto ou chapa metálica cravada em superfície sólida e estável).

Validar os dados rastreados por receptor GNSS dos marcos geodésicos implantadas, junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), para homologação e vinculação da Rede de Referência Cadastral ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB); d) fazer-se o trabalho conhecido pela população de Leme a partir dos memoriais descritivos dos marcos geodésicos, disponibilizados no site oficial da prefeitura para o público em geral, a fim de que possam utilizar de seus benefícios.

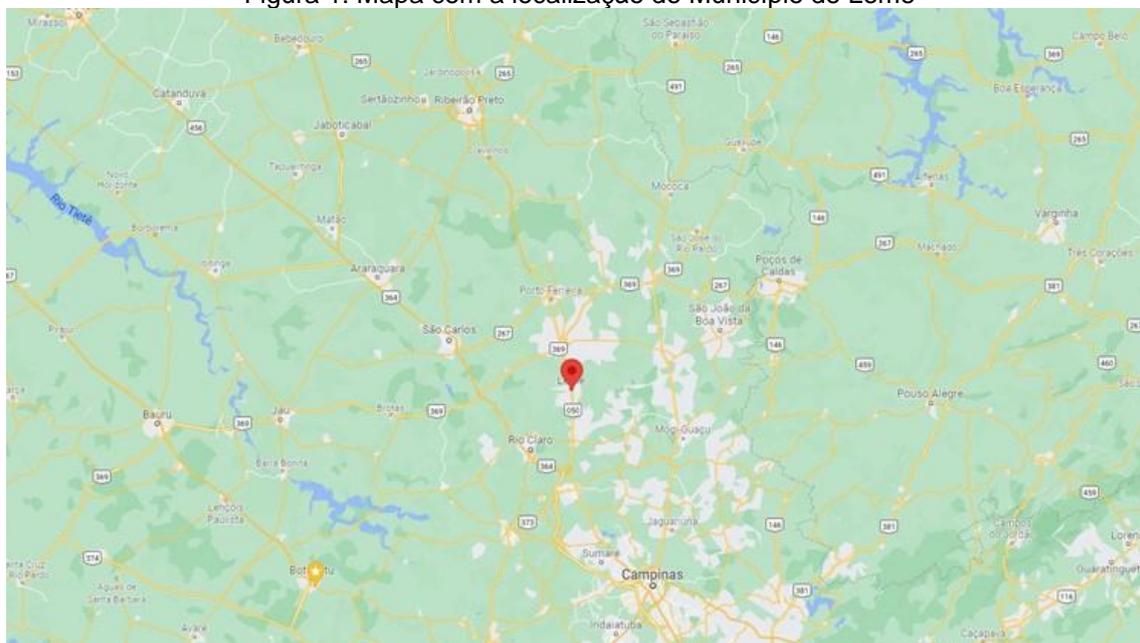
A problemática deste artigo trata sobre as questões relacionadas com a padronização e posicionamento geográfico de novos projetos de engenharia junto ao município de Leme.

A metodologia utilizada para o desenvolvido deste artigo engloba: pesquisas bibliográficas, utilização de artigos científicos, periódicos, revistas de Engenharia Civil, sites de mapeamento, experiências profissionais dos autores, e outros que se acharem importantes para bom desenvolvimento deste artigo.

## **2 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO**

Leme é um município brasileiro no interior do estado de São Paulo. Pertence à Região Geográfica Intermediária de Campinas e à Região Geográfica Imediata de Araras, e a Mesorregião de Piracicaba, com coordenadas Latitude: 22° 11' 08" S Longitude: 47° 23' 25" W Altitude: 619m, localizando-se a noroeste da capital do estado, distando desta cerca de 190 km, fazendo fronteira ao Norte com os municípios de Santa Cruz da Conceição, Pirassununga e Aguai, a Leste com o município de Mogi Guaçu, ao Sul com o município de Araras e a Oeste com os Municípios de Rio Claro e Corumbataí, Tendo como acesso principal a cidade o km 188 mais 400 metros da Rodovia Anhanguera (SP-330).

Figura 1: Mapa com a localização do Município de Leme



Fonte: Google Maps, 2021

### 3 REFERÊNCIAL TEÓRICO

Visando proporcionar uma melhor compreensão acerca dos procedimentos metodológicos e tecnológicos a serem empregados na implantação da sugeria rede de referência cadastral municipal no município de Leme, buscou-se esclarecimentos sobre os assuntos teóricos apresentados, 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 REFERENCIA CADASTRAL

Para descrever 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 conseqüente 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 Rede de Referência Cadastral, conservada e implantada de forma distribuída, é que esta garante uma base cartográfica e cadastral atualizada, auxiliando também nos mapeamentos, e o custo benefício aos levantamentos topográficos, sendo que os marcos geodésicos são utilizados na amarração das poligonais topográficas (COLLISCHONN, 2013).

### 3.2 SISTEMA GEODESICO BRASILEIRO (SGB)

O Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) é um sistema de referência posicional desenvolvido para adoção nacional (KRANZ et al., 2012), constituído de estações. Possui o mesmo significado da expressão as built (NBR 14166). 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). Na cartografia, o Sistema Geodésico Brasileiro 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 teve 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:

1. Altimétrica: 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.

2. Gravimétrica: conjunto de estações geodésicas com finalidade de estabelecer a forma geoidal terrestre em determinado ponto.

3. Planialtimétrica: conjunto de estações geodésicas do tipo SAT (GPS ou DOPPLER), EP (poligonal) e VT (vértice de triangulação), que materializam os componentes planimétricos e/ou planialtimétrico. Destaca-se a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC), cujas estações geodésicas, equipadas com receptores GNSS de alto desempenho, proporcionam diariamente informações para determinação de coordenadas.

Os levantamentos geodésicos devem estar sempre 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.

### 3.3 MARCO GEODÉSICO

A implantação e rastreamento de marcos geodésicos são definidos pelo Sistema Geodésico Brasileiro - SGB. A resolução do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, nº 1/2005 estabeleceu o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000. Ponto, implantado e materializado por um marco com chapa metálica, cuja determinação é realizada por procedimentos geodésicos associados a um sistema de coordenadas geodésicas, calculados segundo modelo geodésico de precisão compatível com a sua finalidade, tendo como imagem geométrica da terra, o elipsoide de referência.

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:

a) Marco geodésico de precisão são aqueles com finalidade de transportar o apoio geodésico básico do SGB ao interior da área municipal.

b) Marco geodésico de apoio imediato são 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.

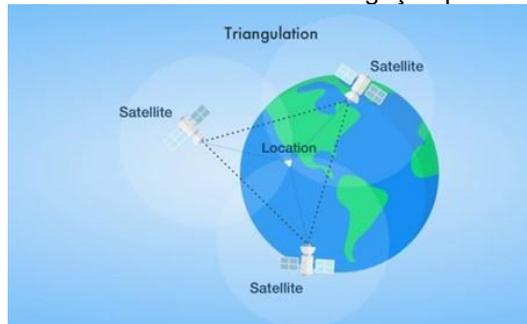
Vale ressaltar que os marcos geodésicos devem ser referenciados a uma única origem, o Sistema Geodésico Brasileiro, e a um mesmo sistema de representação cartográfica, para haver uma interação entre as demais informações já referenciadas no território nacional.

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

O Sistema GNSS é um Sistema Global de Navegação por Satélite, seu nome possui origem inglesa, Global Navigation Satellite System. O sistema é utilizado para determinação de coordenadas, onde uma constelação de satélites permite determinar o posicionamento e localização de um ponto em qualquer parte do mundo, sob condições climáticas diversas.

Muitos profissionais, estudantes da área da agrimensura tratam os termos GPS e GNSS como sinônimos, porém há distinções. O Sistema GNSS (Sistema Global de Navegação por Satélite) é definido por constelações de satélites que permitem determinar o posicionamento e localização de qualquer objeto no globo terrestre. Dentre essas constelações temos: GPS, GLONASS, GALILEO, Beidou e SBAS (Satellite Based Augmentation System). Assim, GNSS é o termo amplo para sistemas de navegação por satélite, que tem por objetivo fornecer posicionamento geo-espacial com cobertura global. O GPS é um dentre vários sistemas de posicionamento que tem como finalidade fornecer a um aparelho receptor móvel a sua posição.

Figura 2: Sistema Global de Navegação por Satélite



Fonte: <<https://tecnoblog.net/312677/o-que-e-gps/>> Acesso em: Agosto de 2021.

Para que o Sistema Global de Navegação por Satélite opere normalmente deve se dispor de um receptor e pelo menos 4 satélites para se determinar as variáveis  $x$ ,  $y$ ,  $z$  e o tempo. Conhecendo as coordenadas desses satélites, é possível calcular as coordenadas da antena do receptor no mesmo sistema de referência dos satélites. A precisão da coordenada calculada é definida de acordo com a técnica de posicionamento utilizada durante a coleta de dados.

Atualmente fazem parte do sistema GNSS os sistemas:

1. GPS – EUA;
2. GLONASS – Rússia;
3. GALILEO – Europa;
4. BEIDOU (COMPASS) – China;
5. SBAS (Sistema de correção de sinais).

Com vários sistemas de satélites operando, melhora-se a geometria das constelações e disponibilidade de sinal, garantindo assim uma maior integridade e confiança aos usuários do sistema.

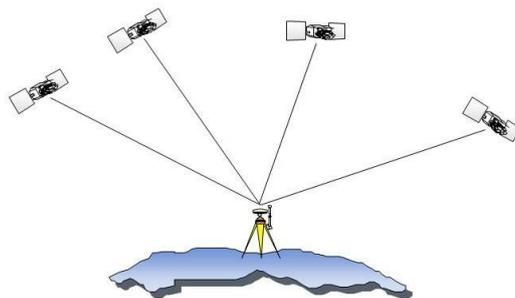
O sistema de posicionamento GNSS é utilizado em várias aplicações como:

- a) Implantação de Redes Geodésicas;
- b) Levantamentos Topográficos Planialtimétricos;
- c) Locação de Pontos;
- d) Georreferenciamento de Imóveis Rurais;
- e) Mineração;
- f) Monitoramento de Estruturas;
- g) Apoio à Levantamentos Aéreos;
- h) Mapeamento de Infraestrutura;
- i) GIS com precisão.

O posicionamento por GNSS pode ser realizado por diferentes métodos, como o posicionamento absoluto, posicionamento por ponto preciso e posicionamento relativo.

Posicionamento Absoluto: é utilizado um único receptor de forma estática ou em movimento. As coordenadas são calculadas em tempo real.

Figura 3: Posição por Ponto (Absoluto) com pelo menos 4 Satélites



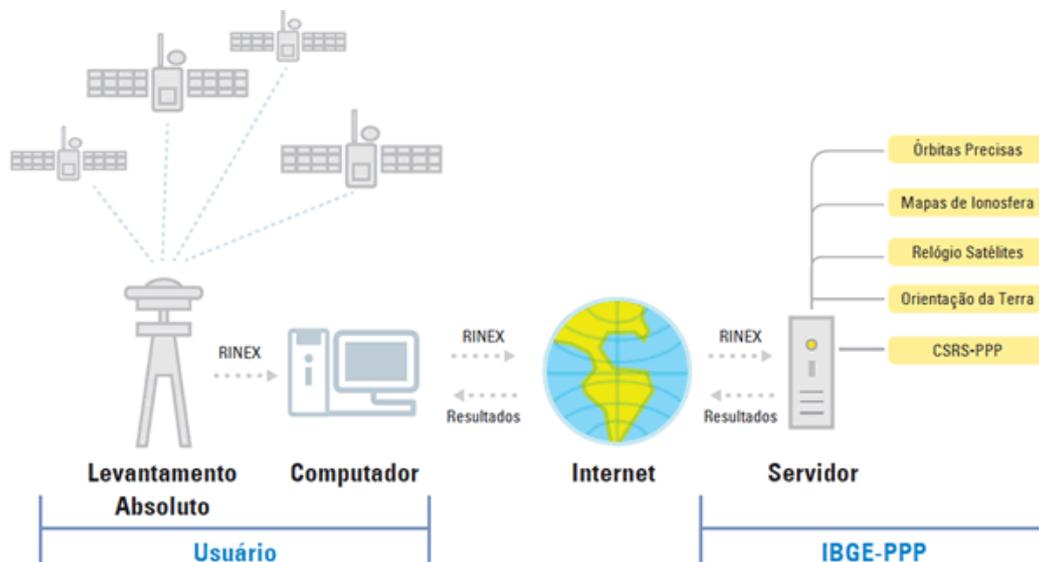
Fonte: <<https://slideplayer.com.br/slide/2572768/>> Acesso em: Agosto de 2021.

Posicionamento por Ponto Preciso – PPP: é utilizado um único receptor de forma estática ou em movimento. No Brasil, o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) oferece o serviço de PPP on-line, onde o usuário envia os seus dados através do site do IBGE. O IBGE-PPP (Posicionamento por Ponto Preciso) é um serviço online gratuito para o pós-processamento de dados GNSS (Global Navigation Satellite System), que faz uso do programa CSRS-PPP (GPS Precise Point Positioning) desenvolvido pelo NRCan (Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada). Ele permite aos usuários com receptores GPS e/ou GLONASS, obterem coordenadas referenciadas ao SIRGAS2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas) e ao ITRF (International Terrestrial Reference Frame) através de um processamento preciso. O IBGE-PPP processa dados GNSS (GPS e GLONASS) que foram coletados por receptores de uma ou duas frequências no modo estático ou cinemático.

Os resultados são fornecidos através de relatórios os quais são aceitos pelo INCRA em processos para a certificação de imóveis rurais. Esta orientação encontra-se no manual técnico de posicionamento para o georeferenciamento de imóveis rurais - ano 2013( aplicação da lei 102267 - 28/08/2001)

É necessário apenas que o usuário informe o arquivo de observação no formato RINEX ou HATANAKA, se o levantamento foi realizado no modo estático ou cinemático, o modelo e a altura da antena utilizada, e um e-mail válido. Ao final do processamento será disponibilizado um link para obtenção dos arquivos com os resultados.

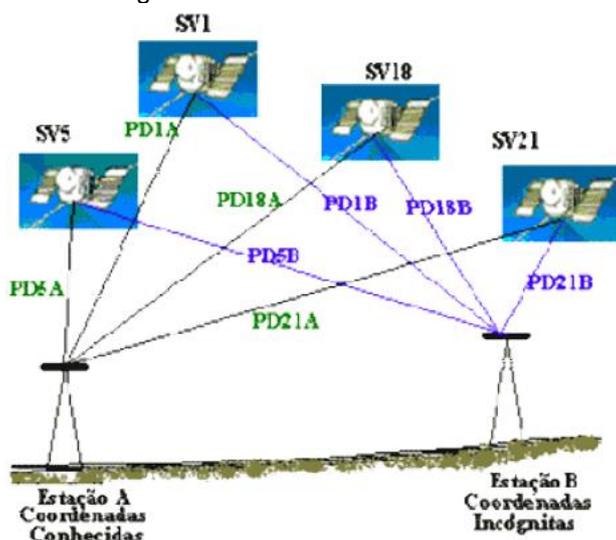
Figura 4: Serviço online para pós-processamento de dados GNSS



Fonte: IBGE, 2021

Posicionamento Relativo: neste método de posicionamento são utilizados dois ou mais receptores que devem rastrear simultaneamente pelo menos quatro satélites em comum. Um receptor deve ser instalado em um ponto de coordenadas conhecidas e por isso é chamado de BASE. O (s) outro (s) receptor deve ser instalado no ponto a ser determinado e é chamado de ROVER. A BASE e o ROVER devem trabalhar sincronizados, ou seja, realizando medições ao mesmo tempo

Figura 5: Posicionamento Relativo



Fonte: <<https://mundogeo.com/2005/09/29/gnss-na-navegacao-maritima/>> Acesso em: Agosto de 2021.



### Vantagens do GNSS em relação à topografia convencional

1. Dispensa a necessidade de intervisibilidade entre as estações;
2. Permite realizar determinações em longas distâncias com maior precisão e menor tempo;
3. Os trabalhos podem ser realizados a qualquer hora do dia e sob condições climáticas variadas;
4. Maior produção com equipe menor.

### Fatores que influenciam a precisão do GNSS

1. Fatores relacionados com os satélites:
2. Dilution of Precision (DOP);
3. Erros do relógio;
4. Erros da órbita;
5. Disponibilidade Seletiva (SA).
6. Fatores relacionados com a propagação do sinal:
7. Retardo atmosférico;
8. Multicaminhamento;
9. Perda de ciclos.
10. Fatores relacionados com o receptor e a antena:
11. Ruídos no receptor;
12. Erros nos relógios;
13. Centro de fase da antena;
14. Fatores relacionados com estação.

Na história da humanidade sempre foram utilizadas técnicas de localização, muitas delas através de fatores naturais como estrelas, sol, vento, formações rochosas, entre outras. No entanto, o Sistema de Posicionamento Global apresenta extrema eficácia na obtenção de informações referentes à localização e orientação geográfica, proporcionando a posição geográfica em qualquer ponto do planeta.



## 4 IMPLANTAÇÃO E OCUPAÇÃO DOS MARCOS DE REFERENCIA

### 4.1 MATERIAIS E ACESSÓRIOS A SER UTILIZADOS

Na implantação da Rede de Referência Cadastral Municipal em Leme, deverão ser utilizados os seguintes materiais:

- A. Chapa: peça de identificação da estação geodésica, com dimensões estabelecidas por normas;
- B. Marco geodésico: objeto de fixação no terreno e materialização das estações geodésicas, com dimensões estabelecidas por normas;
- C. Enxada: utilizada na capina e limpeza dos locais de implantação dos marcos.
- D. “Draga manual”: instrumento de perfuração do solo, utilizado na abertura de cavas para fixar os marcos geodésicos no terreno;
- E. Material para fabricação de concreto simples (areia, cimento, pedra britada ou seixo) e tinta: utilizados na confecção dos marcos, da sapata e plataforma de proteção lateral, e na sinalização das estações geodésicas;
- F. Receptor GNSS: utilizado no rastreamento das informações dos satélites;
- G. Tripé: base de fixação do Receptor GNSS e auxílio no nivelamento do equipamento;
- H. Trena: equipamento de medição da altura do receptor;
- I. Smartphone com câmera fotográfica: utilizado no registro de imagens referentes ao processo de confecção e implantação dos marcos geodésicos;
- J. Software de Processamento de Dados GNSS;
- K. Software que permite a verificação dos arquivos em formato RINEX;
- L. Arquivos da RBMC: memoriais descritivos e arquivos RINEX referentes aos dias de rastreamento dos pontos de interesse;
- M. Efemérides Precisas: arquivos em formato .sp3 referentes às coordenadas dos satélites rastreados nos dias da coleta dos pontos de interesse;
- N. Veículo para deslocamento dos materiais e de pessoal; e
- O. Equipamentos e acessórios de proteção individual.

## 4.2 CONSTRUÇÃO DA ESTRUTURA DE FIXAÇÃO DOS MARCOS GEODÉSICOS NO SOLO

Figura 6: Sugestão de Implanação de Marcos de Concreto



Fonte: <<https://graduacaoeca.ufra.edu.br/images/>> Acesso em: Agosto de 2021.

Figura 7: Sugestão de Implanação de Marcos de Concreto



Fonte: <<https://www.martinbehrend.com.br/noticias/noticia/id/4818/titulo/curiosidade-o-que-sao-esses-marcos-de-concreto-colocados-em-canteiros-de-novo-hamburgo>> Acesso em: Agosto de 2021.

#### 4.3 POSICIONAMENTO GEODÉSICO ATRAVÉS DE RASTREAMENTO GNSS

Este monitoramento é realizado através de métodos geotécnicos, métodos geodésicos, como o posicionamento por satélites artificiais, Global Navigation Satellite Systems (GNSS), ou, por equipamentos medidores de distâncias e ângulos, além do nivelamento geométrico de precisão e a gravimetria.

Para o rastreamento GNSS dos marcos geodésicos da Rede de Referência Cadastral Municipal (RRCM) deverão ser utilizados no mínimo dois marcos de referência, do conjunto de estações geodésicas, (RBMC) equipadas com receptores GNSS (Global Navigation Satellite Systems) de alto desempenho, que proporcionam, uma vez por dia ou em tempo real, observações para a determinação de coordenadas, transportando as coordenadas para o M- LME-01 sendo este o marco de partida para todas as visadas.

As altitudes ortométricas dos marcos geodésicos deverão ser obtidas através de ondulação geoidal após rastreamento GNSS, reduzindo-se as coordenadas altimétricas ao geóide através do Sistema de interpolação de ondulação geoidal do Software MAPGEO2010 versão 1.0 do IBGE. Todas as altitudes deverão ser referenciadas ao marégrafo de IMBITUBA- SC.

Figura 8: Marco Topográfico Implantado e Ocupado em Outro Município



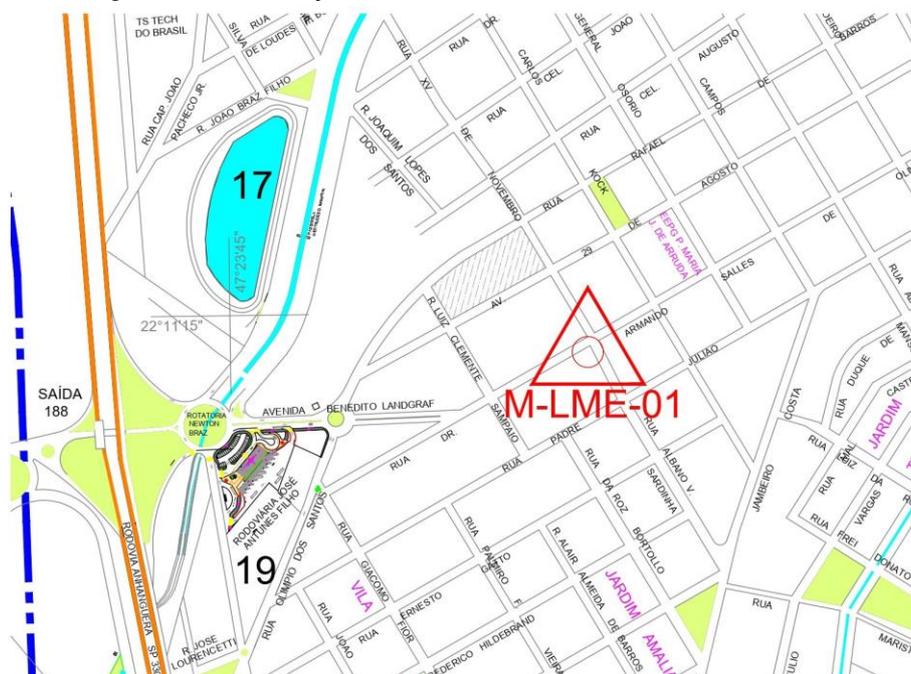
Fonte: <<https://graduacaoeca.ufra.edu.br/images/>> Acesso em: Agosto de 2021.

Figura 9: Marco Topográfico Implantado e Ocupado em Outro Município



FONTE: <<https://www.unifebe.edu.br/site/noticia/curso-de-engenharia-civil-avanca-mais-uma-etapa-na-concretizacao-do-marco-geodesico-de-brusque/>> Acesso em: Agosto de 2021.

Figura 10: Localização do Marco M-LME-01 na cidade de Leme



Fonte: Proprio Autor, 2021

A Rede de Referência Cadastral Municipal (RRCM) de Leme deverá ser implantada com aproximadamente 43 marcos geodésicos, com coordenadas planimétricas precisas, obtidas através do rastreamento por receptores GNSS.

Figura 11: Imagem do Google Earth com a Localização dos Marcos



Fonte: Proprio Autor, 2021

Para cada marco geodésico da RRCM será elaborado uma monografia de marcos geodésico contendo as coordenadas geodésicas e coordenadas na projeção UTM em SIRGAS- 2000, altitude elipsoidal, altitude ortométrica, duas fotos, um croqui de localização, e um memorial descritivo do itinerário de acesso a partir do marco M-LME-01 que deverá ser implantado junto ao novo paço Municipal de Leme, onde seu texto deve conter os elementos necessários para que qualquer pessoa possa chegar ao local de cada marco geodésico implantado.

Figura 12: Planta da Cidade de Leme com a Localização dos Marcos



Fonte: Proprio Autor, 2021



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), a partir da iniciação dos trabalhos relacionados a geodésia no Brasil em 1939, vem se expandido e se tornando uma prática mais usual em todo o território nacional, muito disso está associado ao grande avanço da tecnologia GNSS.

Dessa forma, a implantação da RRCM em Leme 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, não é tão usual.

Com base na realidade apresentada, foi proposta a implantação de aproximadamente 47 marcos geodésicos em Leme, formando uma Rede de Referência Cadastral Municipal (RRCM), e vinculando-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, sugere a adoção de padrões estabelecidos pelo IBGE. Tais normas oferecem ao SGB notável organização de sua estrutura no âmbito nacional.

A proposta da implantação dos marcos geodésicos a serem materializados e ocupados, leva em consideração a localização de diferentes pontos estratégicos da cidade, permitindo com que os trabalhos realizados a partir dos marcos implantados, possam abranger a cidade como um todo, ou possam ter base cartográfica como apoio em qualquer ponto da cidade.

Portanto, este artigo teve como objetivo principal a implantação da Rede de Referência Cadastral Municipal (RRCM), com essa implantação o município suprirá a carência de base cartográfica, para trabalhos destinados ao adequado ordenamento territorial, e a projetos que necessitam de precisão geodésica e topográfica para sua implantação.

## REFERENCIA

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.

BENSO, D. CURSO DE ENGENHARIA CIVIL AVANÇA MAIS UMA ETAPA NA CONCRETIZAÇÃO DO MARCO GEODÉSICO DE BRUSQUE. Disponível em: <<https://www.unifebe.edu.br/site/noticia/curso-de-engenharia-civil-avanca-mais-uma-etapa-na-concretizacao-do-marco-geodesico-de-brusque/>> Acesso em: Agosto de 2021.

BLITZKOW, D., CINTRA, J. P., FONSECA JUNIOR, E. S., LOBIANCO, M. C. B., FORTES, L. P. S., Mapa Geoidal do Brasil, Rio de Janeiro, RJ, 1992. Disponível em: <<https://artigos.ibge.gov.br/artigos-home/geodesia/1999-1989.html>> Acesso em: Agosto de 2021.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988.

CAMPINAS, SP. REDE DE MARCOS GEODÉSICOS DE CAMPINAS. Disponível em: <[https://marcosgeodesicos.campinas.sp.gov.br/pmapper/map\\_marcosgeodesicos.phtml?config=marcosgeodesicos](https://marcosgeodesicos.campinas.sp.gov.br/pmapper/map_marcosgeodesicos.phtml?config=marcosgeodesicos)> Acesso em: Agosto de 2021.

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

COSTA, S.M.A. Integração da Rede Geodésica Brasileira no SIRGAS. XIX Congresso Brasileiro de Cartografia, Recife, PE, 1999. Disponível em: <<https://artigos.ibge.gov.br/artigos-home/geodesia/1999-1989.html>> Acesso em: Agosto de 2021.

COSTA, S.M.A, PEREIRA, K.D. e BEATTIE D.S (Geodetic Survey - Canadá) Processamento da Rede GPS Brasileira e Ajustamento Combinado com a Rede Clássica. 18ª Reunião da Associação Argentina de Geodésia e Geofísica, La Plata, Argentina, 1994. Disponível em: <<https://artigos.ibge.gov.br/artigos-home/geodesia/1999-1989.html>> Acesso em: Agosto de 2021.

FORTES, L. P. S., LUZ, R. T. e PEREIRA, K. D., The Brazilian Network For Continuous Monitoring of GPS (RBMC), an Active Geodetic Reference Network. 1998. Disponível em: <<https://artigos.ibge.gov.br/artigos-home/geodesia/1999-1989.html>> Acesso em: Agosto de 2021.



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.

HOFMANN-WELLENHOF, L.W. Navigation, principles of positioning and guidance, 2003, Springer Verlag Wien, New York, 427 páginas.

IBGE. Serviço online para pós-processamento de dados GNSS.

Disponível em:

<<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/servicos-para-posicionamento-geodesico/16334-servico-online-para-pos-processamento-de-dados-gnss-ibge-ppp.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: Agosto de 2021.

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.

KRUEGER, C.P. Investigações sobre aplicações de alta precisão do GPS no âmbito marinho, Universidade Federal do Paraná, Tese de Doutorado em Ciências Geodésicas, 1996, Curitiba, Paraná, 267 páginas.

LIMEIRA, SP. REDE DE MARCOS GEODÉSICOS DE LIMEIRA. Disponível em:

<<https://www.limeira.sp.gov.br/sitenovo/downloads/0770a0734ada9cc7a74b9ec333975d21.pdf>> Acesso em: Agosto de 2021.

ROCHA, R.S.M. Posicionamento geodésico com GPS no suporte a detecção de deslocamento em barragens. 2017. Disponível em: <

[http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNSP\\_c4c9c8464ab4b99ab2058d8b49065d3f](http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNSP_c4c9c8464ab4b99ab2058d8b49065d3f)>

Acesso em: Agosto de 2021

SEEBER, G. Satellite Geodesy, 2 nd completely revised and extended edition, 2003, Walter de Gruyter Berlin, New York, 589 páginas.

SJC, Governo. REDE DE MARCOS GEODÉSICOS DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS. Disponível em:

<<https://www.sjc.sp.gov.br/servicos/urbanismo-e-sustentabilidade/uso-do-solo/rede-geodesica/>> Acesso em: Agosto de 2021.