

---

## ABORDAGEM GEODÉSICA/TOPOGRÁFICA PARA A DEFINIÇÃO DO SISTEMA DE REFERÊNCIA PARA A LOCAÇÃO DE EDIFICAÇÕES PREDIAIS

GLEICE PEREIRA DA SILVA<sup>1</sup>

ANDRÉA DE SEIXAS<sup>1</sup>

Universidade Federal de Pernambuco  
Centro de Tecnologia e Geociências  
Departamento de Engenharia Cartográfica

<sup>1,2</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação  
Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n - Cidade Universitária. CEP: 50740-530 - Recife – Pernambuco  
<sup>1</sup>gleice750@ig.com.br; <sup>2</sup>aseixas@ufpe.br

---

**RESUMO** – A cada ano novas tecnologias estão surgindo em diversas áreas, seja ela hospitalar, clínica, industrial, de construção, dentre outras. As normas e resoluções geodésicas/topográficas existentes auxiliam em procedimentos necessários para a Construção Civil. Obter qualidade na definição de estruturas geodésicas não é uma tarefa fácil, exige muito cuidado e consultas de normas existentes. Estas basicamente em resoluções do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), que auxiliam sobre a definição do Sistema de Referência e ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), que auxiliam na obtenção da qualidade de métodos geodésicos/topográficos. Estes métodos são empregados na materialização de estruturas geodésicas e suas densificações. Existem diversos métodos terrestres de medição, dentre estes: os métodos da poligonação, interseção a vante e a ré, bilateração e irradiação dupla; e métodos de posicionamento por satélites, dentre estes: métodos de posicionamento GNSS relativo estático e estático rápido. Este artigo tem como intuito abordar as etapas necessárias para a definição geodésica/topográfica do Sistema de Referência para locação, levando em consideração as normas brasileiras ABNT e as resoluções do IBGE, como apoio para os levantamentos e ajustamentos.

**ABSTRACT** - Each year new technologies are emerging in various areas, be it a hospital, clinic, industrial, construction, among others. Existing geodetic / topographic norms and related documents assist in procedures for building. Achieving quality in the definition of geodesic structures is not an easy task, as it requires great care and consultation to existing standards. These standards basically consist of notes from IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics), which help on the definition of the Reference System and ABNT (Brazilian Technical Standards Association), which assist in achieving quality of the geodetic / topographic methods. These methods are employed in the realization of geodetic densification and its structures. There are several methods of measuring land, like the methods of traversing, backward intersection, forward intersection, and bilateration double irradiation; and methods of satellite positioning, such as relative static and fast static GNSS positioning methods. This article intends to address the steps necessary for geodetic / topographic definition of the Reference System for location, taking into account the Brazilian ABNT and the IBGE notes, to support for the surveys and required adjustments.

---

### 1 INTRODUÇÃO

A qualidade na obtenção dos dados é uma etapa necessária para a geração de um excelente produto. A utilização do controle de qualidade garante uma série de benefícios, tais como: a visibilidade frente ao mercado, a redução de custos e tempo na obra e a confiabilidade do produto gerado. As locações das estruturas civis exigem um controle dimensional e geométrico para garantir que as estruturas sejam corretamente locadas, conforme planejamento em projeto.

Para ser realizado o controle dimensional e geométrico são necessárias normas e procedimentos para garantir a qualidade do trabalho, baseado em três questões fundamentais: O que medir? Como medir? E o que fazer com os dados obtidos? (GUIMARÃES, 2012).

Quando o produto é gerado de acordo com normas existentes, para cada especificação da etapa é possível saber se o projeto está de acordo com as precisões e tolerâncias para aquela especificação indicada. No Brasil existem as normas brasileiras (NBR) que auxiliam na parte de procedimentos, execuções e produtos gerados. As normas empregadas neste trabalho foram sobre levantamento topográfico, que são: NBR 13.133/1994, NBR 14.166/1998 e NBR 14.645-3/2005 que abordam assuntos, que se interligam para a definição, execução e análises de estruturas geodésicas. As resoluções do IBGE servem para orientar sobre o Sistema Brasileiro e os apoios geodésicos existentes no Brasil.

Os vértices geodésicos materializam os pontos de referência localizados na superfície terrestre. Esses podem ser determinados através dos métodos de medições celestes. Ao empregar um método terrestre de medição são utilizados, por exemplo, taqueômetros com auxílio de acessórios de campo. Sendo necessário consultar normas e literaturas existentes para os métodos e instrumentos empregados. Os métodos de medição terrestres podem ser: os métodos da poligonização, interseção a vante e a ré, bilateração e irradiação dupla. Já os métodos de posicionamento por satélites são obtidos através de receptor-satélites. Existem diversos métodos de posicionamento por satélites, dentre este: Posicionamento Relativo Estático, e Posicionamento Relativo Cinemático em Tempo Real ou RTK (Real Time Kinematic).

Este trabalho tem como intuito abordar as etapas necessárias para a definição de estruturas geodésicas, em uma área hipotética aplicada à locação de edificações prediais levando em consideração as normas brasileiras e as resoluções do IBGE como apoio para os levantamentos geodésicos/topográficos e ajustamentos pelo MMQ.

## 2 EMBASAMENTO TEÓRICO

### 2.1 Normas

A locação não é uma tarefa fácil, além de posicionar e localizar o ponto desejado deve-se também expor a qualidade posicional obtida no procedimento de locação. Para analisar a acurácia posicional na locação, nesta dissertação, foram estudadas normas nacionais da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Segundo Botelho (2003), as normas técnicas e especificações para a realização do posicionamento preciso de edificações prediais, compreendem desde as relacionadas aos trabalhos topográficos para o controle dimensional, até aquelas relativas ao georreferenciamento dos imóveis à Rede de Referência Cadastral Municipal. Estas normas e especificações são enquadradas em normas nacionais e estrangeiras relacionadas aos trabalhos de Topografia NBR 13.133/1994 – Execução de Levantamento Topográfico; NBR 14.166/1998 – Manutenção e implantação de Rede de Referência Cadastral Municipal – Procedimentos; NBR 14.645/2005 – Elaboração do “Como Construído” (“as built”) para edificações; NBR 14.645-3/2005 – Locação Topográfica e Controle Dimensional da Obra (Procedimento); e em normas relacionadas Altera a Caracterização do Sistema Geodésico Brasileiro (Resolução PR nº 1, (IBGE, 2005)), e aos levantamentos por receptores GPS (Resolução PR nº 5 (IBGE, 1993); Resolução PR nº 22 (IBGE, 1983); e Recomendações para Levantamentos Relativos Estáticos – GPS). Em (BOTELHO, 2003) também são discutidos, resumidamente, sobre o tratamento dos dados nas poligonais segundo a NBR 13.133/1994, assim como o ajustamento da poligonal no campo de pontos de referência primário.

Além das normas citadas em Botelho (2003) acrescenta-se, em Silva (2014), aborda-se a norma NBR 14.645-3/2005 – Locação Topográfica e Controle Dimensional da Obra – Procedimento; as discussões sobre a NBR 14.166/1998 apresentadas em Gárnes et al. (2005) e Dal’forno et al. (2010) referentes as transformações de coordenadas geodésicas em coordenadas plano-retangulares no Sistema Topográfico Local, além das discussões apresentadas em Romão et al. (1996), as quais antecedem a homologação desta norma; a Resolução PR nº 5 (IBGE, 2005) – Caracterização do Sistema Geodésico Brasileiro; e as Recomendações para os Levantamentos Relativos Estáticos – GPS (IBGE, 2008). Esta última atualiza a PR nº 5 (IBGE, 1993).

A NBR 13.133/1994 – Execução de Levantamento Topográfico trata sobre as condições necessárias para a realização de trabalhos que envolvem levantamentos topográficos. O conhecimento do terreno é necessário para a escolha do método a ser realizado. A elaboração e execução do projeto exigem uma série de etapas, tais como: planejamento, apoio topográfico, levantamento de detalhes, cálculos e ajustamento, original topográfico, desenho topográfico final e relatório técnico. Esta norma traz as classificações das poligonais de acordo com a tolerância e precisão angular e linear e de acordo com o tipo de levantamento para cadastro ou não, e comenta que existem três tipos diferentes de poligonais, essas diferenciam pela forma geométrica.

A NBR 14.166/1998 – Manutenção e implantação de Rede de Referência Cadastral Municipal (Procedimentos) traz as condições exigíveis para a implantação e manutenção de uma Rede de Referência Cadastral Municipal, que servirão de apoio para trabalhos relacionados aos levantamentos, sendo que as atividades cadastrais são representadas em um Plano Topográfico Local em escalas que variam de 1:1000 até 1:1. Esta norma comenta sobre o apoio e a atualização em plantas cadastrais e amarração dos pontos do projeto ao apoio topográfico.

A NBR 14.645-3/2005 - Locação Topográfica e Controle Dimensional da Obra (Procedimento) na primeira parte da norma é relacionada para levantamento planialtimétrico e cadastral em áreas de até 25.000m<sup>2</sup> relacionadas aos

estudos, projetos e edificações. Na segunda parte a norma aborda registro público. A terceira parte da norma salienta que é necessário anotar qualquer alteração, detalhes e procedimentos realizados em campo. A norma ressalta que é obrigatória a implantação de apoio topográfico planialtimétrico para realizar o acompanhamento da obra. Esse apoio servirá para futuras locações e controle da área.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) é responsável pela implantação, manutenção e definição do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB). Na Resolução PR n°1 (2005) – Altera a caracterização do Sistema Geodésico Brasileiro cometa que para as atividades relacionadas à Geodésia é necessário estabelecer um Sistema Geodésico de Referência, onde esse esteja relacionado através de estações geodésicas espalhadas por todo o País. Com desenvolvimento da tecnologia nos instrumentos de medição como os Sistemas Globais de Navegação por Satélites (GNSS) possibilitou a adoção de novo Sistema de Referência Geodésico para Brasil denominado Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS2000), que servirá tanto para o Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) quanto para o Sistema Cartográfico Nacional (SCN). Já na PR n°5 (1993) - Especificações e Normas Gerais para Levantamentos GPS: versão preliminar, essa resolução foi revisada devido ao desenvolvimento do GPS e a concepção de novos sistemas de posicionamento por satélites dando passagem para Recomendações para levantamentos relativos estáticos – GPS (2008).

## 2.2 Método de posicionamento GNSS relativo estático e definição do STL

O método de posicionamento relativo estático pode ser realizado de duas maneiras. No Posicionamento Relativo Estático (Figura 1) são necessários dois ou mais receptores de rastreamento para determinação do ponto. Neste método os receptores são empregados simultaneamente, com satélites visíveis em um intervalo de tempo, que pode variar de no mínimo vinte minutos até algumas horas. Nesse método, as observáveis utilizadas são as duplas diferenças (DD) da onda portadora, embora possa ser utilizado a DD da pseudodistância, ou ambas. Coloca-se, um receptor, como base na estação de referência, com coordenadas conhecidas, e instala-se o outro receptor, nas estações em que se deseja determinar suas coordenadas (MONICO, 2008). Quando o tempo de rastreamento não excede vinte minutos denomina-se como método de Posicionamento Relativo Estático Rápido.



Figura 1 – Ocupação GNSS do pontos de referência. Fotos: Novembro 2013.

A norma 14.166/1998 estabelece as condições necessárias para definir um Sistema Topográfico Local (STL). Segundo Souza (2012), foram realizados alguns trabalhos que abordam os pontos fracos e os pontos não contempladas pela NBR 14.166/1998, tais como: (GARNES 1998, 2005), (DAL'FORNO et al., 2010) e (SILVA et al., 2003)

Dal'Forno et al. (2010) apresentam dois métodos de transformação de coordenadas geodésicas em coordenadas no plano topográfico Local. O primeiro método estabelecido pela NBR 14.166/1998 e o segundo método tem a finalidade de transformar coordenadas geodésicas em coordenadas plano-retangulares por rotação e translações. Os resultados obtidos são comparados e analisados, onde se conclui que ambos os métodos estão de acordo com a precisão exigida pela norma 14.166/1998, mas que, no entanto o método de rotações e translações oferece resultados com maior exatidão, pois não depende do estabelecimento de limites quanto as altitude envolvidas, de acordo com a norma limitada a diferenças de nível de  $\pm 150,00\text{m}$  entre o ponto origem e os demais pontos.

Em Garnes et al. (2005) são apresentadas, analisadas e discutidas algumas das equações da NBR 14.166/1998 que definem na prática o Sistema Topográfico Local. Segundo os autores algumas equações fornecidas na NBR 14.166/1998 não devem ser empregadas, como por exemplo, a que diz respeito ao fator de elevação. Recomendando-se a transformação de coordenadas cartesianas geocêntricas em topocêntricas, ou seja, a transformação do Sistema Geodésico Local (cf. capítulo 3). Os autores utilizam as equações da Norma e a equações de transformação de coordenadas geodésicas elipsoidais em cartesianas geocêntricas nos dados obtidos em campo de um levantamento realizado na cidade de Campo Grande-MS. Os resultados são comparados e analisados, e é sugerida a substituição de

algumas fórmulas. Salienta que há necessidade de alguns ajustes, tais como: desvio da vertical; a não junção dos Planos Topográficos Locais; e a transformação biunívoca entre as coordenadas (Garnés e Firkowski, 1999) nas fórmulas dos anexos A, B e C da NBR 14.166/1998 sobre plano topográfico local. Os autores buscam eliminar os inconvenientes da projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), tal como a junção dos planos e diminuir erros originados das reduções de distâncias ao elipsoide.

## 2.3 Método realizados com estação total

### 2.3.1 Método da Poligonização com centragem forçada

Uma poligonal possui uma série de alinhamentos consecutivos, cujas extensões e direções são medidas em campo. Este método é bastante utilizado para a criação de “arcabouço” de apoio nos levantamentos topográficos. A partir dos vértices da poligonal é possível determinar detalhes da área desejada (ERBA et al., 2005).

O método da centragem forçada garante a estabilidade da posição, mesmo que os instrumentos sejam trocados. O tripé, a base e o instrumento de medição formam o conjunto para realizar o procedimento de centragem forçada. Após a calagem do instrumento de medição, este pode ser retirado e substituído pelo prisma (KAHMEN; FAIG, 1998).

A Figura 2 ilustra o desenho topográfico dos vértices da poligonal implantada e localizada no Bairro da Madalena obtida no AstGeoTop2013 no Sistema Topográfico Local (SIRGAS2000) definido na área do trabalho.

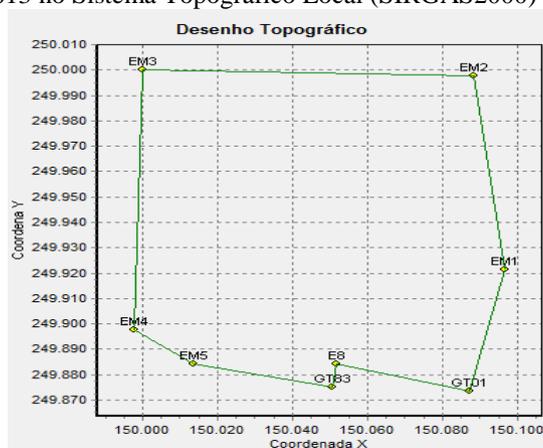


Figura 2 – Desenho Topográfico da poligonal implantada na área externa à obra. Fonte: AstGeoTop2013.

Neste trabalho foi implantada uma poligonal fechada do tipo 1 (NBR 13.133/1994).

### 2.3.2 Método da Interseção a vante

O Método de interseção a vante é empregado quando se quer determinar as coordenadas do ponto N a partir de duas ou mais coordenadas conhecidas (KAHMEN; FAIG, 1988). A Figura 3 ilustra o caso em que são utilizadas as coordenadas conhecidas A ( $X_A, Y_A$ ) e B ( $X_B, Y_B$ ) e os respectivos azimutes  $AZ_{AP}$  e  $AZ_{BP}$  dos alinhamentos, para determinar o ponto P ( $X_P, Y_P$ ).

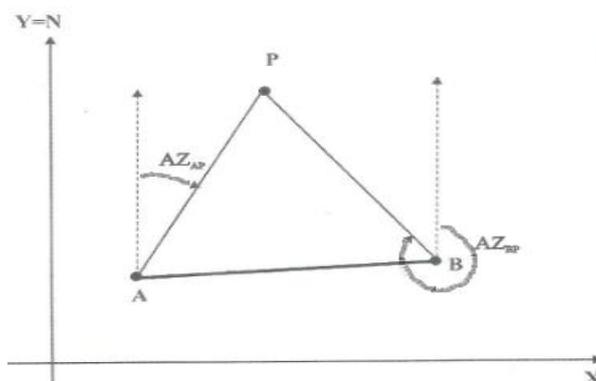


Figura 3 - Método de interseção a vante. Fonte: (KAHMEN; FAIG, 1988).

**2.3.3 Método da Irradiação dupla**

É o mesmo procedimento realizado na irradiação simples só que neste caso são realizadas observações a partir de dois vértices distintos, primeiro em relação ao ponto A e depois em relação ao ponto B (Figura 4). A Figura 4 ilustra os elementos necessários para a realização deste método.

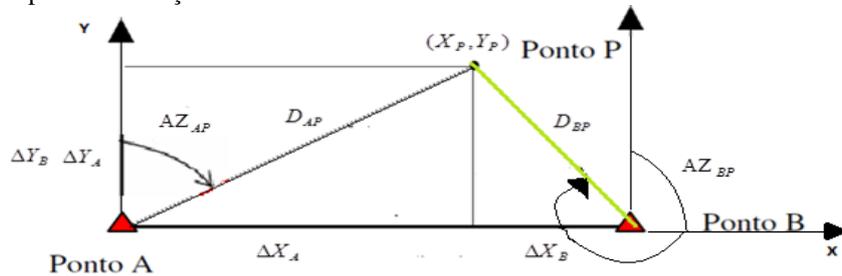


Figura 4 - Esquema do Método de Irradiação dupla.

**2.3.4 Método da Bilateação**

Tem de base a medição de duas distâncias que vai desde os pontos A e B de coordenadas conhecidas até o ponto de coordenadas desconhecidas (ERBA et. al, 2005) (Figura 5). A Figura 5 ilustra os elementos necessários para a realização deste método.

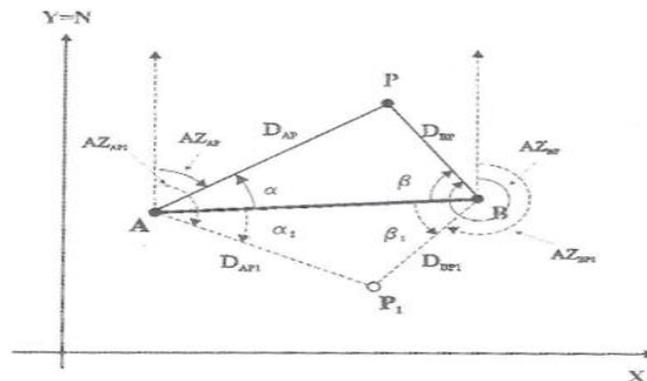


Figura 5 – Método da Bilateação. Fonte: (ERBA et. al, 2005)

**2.3.5 Método da Interseção a ré por meio de medições combinadas de direções e distâncias**

O método de interseção a ré com medições combinadas de direção e distância é conhecido pelo método de estação livre. Segundo Erba et al. (2005), o método da estação livre é utilizado quando é impossível instalar o instrumento em um ponto de coordenadas conhecidas (Figura 6). Portanto, instala-se o instrumento no ponto E, que se deseja determinar e visa-se dois outros pontos A e B com coordenadas conhecidas.

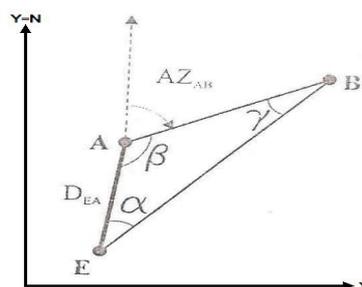


Figura 6 – Estação Livre. Fonte: (ERBA et al., 2005).

**2.4 Ajustamento das Observações**

Segundo Gemael (1994), ao se realizar as observações se abdica da pretensão de se ter um verdadeiro valor em uma grandeza medida, pois é inevitável a presença de erros de medidas. Os erros não são apenas humanos, mas também da imperfeição dos equipamentos e condições ambientais. O mesmo autor classifica os erros em grosseiros, causados por desatenção do operador, como a inversão do dígito, dentre outros; sistemáticos, são de causas conhecidas sendo

evitados com técnicas especiais ou eliminados através de expressões fornecidas pela teoria; e aleatórios que não têm causas conhecidas que permanecem nas observações. Os erros aleatórios apresentam distribuição normal.

Para realizar os métodos de ajustamento nas observáveis é necessário que se tenha um número maior de observações que de incógnitas envolvidas no processo de ajustamento (GEMAEL, 1994).

Existem diversos tipos de modelos de ajustamento das observações, tais como paramétrico, combinado, combinado com injunção, dentre outros. Neste trabalho será tratado o método paramétrico ou de observações indiretas, segundo Gemael (1994), as medidas não se processam sobre a grandeza procurada, elas se vinculam matematicamente a outra, essa pode ser medida diretamente e define a função como  $L_a = F(X_a)$ . As equações de observações, equações normais e a matriz variância-covariância dos parâmetros destes métodos são fornecidas pelas equações a seguir:

Equações de Observações:

$$L_a = L_b + V \quad (1)$$

$$X_a = X_0 + X \quad (2)$$

Equações Normais

$$X = -(A^T P A)^{-1} (A^T P A) \quad \text{ou} \quad (3)$$

$$X = -N^{-1} U \quad (4)$$

Matriz Variância-covariância

- Para os parâmetros:

$$\sum_{X_a} = \sum_{X} = \sigma_0^2 N^{-1} \quad (5)$$

- Para os valores observados ajustados:

$$\sum_{L_a} = \sigma_0^2 A N^{-1} A^T \quad (6)$$

Variância da unidade de peso a posteriori

$$\hat{\sigma}_0^2 = \frac{V^T P V}{gl} \quad (7)$$

Sendo:

$L_a$ : Vetor (nx1) dos valores observados ajustados;

$L_b$ : Vetor (nx1) dos valores observados;

$V$ : Vetor resíduo (nx1);

$A$ : Matriz das derivadas parciais da função (nxn);

$P$ : Peso (nxn)

$X_0$ : Vetor (nx1) cujas componentes são os valores aproximados dos parâmetros;

$X_a$ : Vetor (nx1) dos parâmetros ajustados;

$\sigma_0^2$ : Variância da unidade de peso a priori; e

$gl$ : Grau de Liberdade igual a  $n-u$ , onde  $n$  é o número de observações e  $u$  é o número de incógnitas.

$U$ :  $A^T P A$ ; e

$N$ :  $A^T P A$ .

Neste trabalho recomendam-se os métodos dos mínimos quadrados (MMQ) para analisar os dados coletados em campo e determinar as coordenadas dos pontos de referência e pontos-objeto locados. Fornecendo assim, uma qualidade posicional do Sistema de Referência implantado.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A Figura 7 ilustra o fluxograma empregado neste trabalho. O fluxograma está dividido em: Revisão Bibliográfica, onde é necessário consultar artigos, revistas, normas e resoluções existentes sobre o assunto; Definição de Estruturas Geodésicas, pois é necessário consultar onde existem vértices geodésicos perto do local da área de trabalho e caso não tenha nenhum é necessário à implantação de pelo menos dois vértices geodésicos de acordo com a resolução PR nº5 e NBR 14.166/1998. A Área de Estudo é necessária realizar um conhecimento prévio do local, onde ficarão as possíveis estruturas geodésicas e suas densificações. A densificação de Pontos de Referência nesta etapa é necessário saber onde ficarão os pontos que servirão de referência para a locação da estrutura civil de acordo com a NBR 14.645-1/ e 3/2005; Esta etapa é necessário método de posicionamento por satélites para definir pontos sobre a superfície terrestre no Sistema de Referência adotado no País de acordo com PR nº1; Métodos Terrestres são necessários para a criação e densificação de um Sistema Topográfico Local ou Sistema Geodésico Local seguindo as precisões e tolerâncias de acordo com a NBR 13.133/1994 e recomendações de (GARNÉS et al. 2005 e DAL'FORNO, 2010); Processamento e Análise dos resultados e a última etapa do procedimento metodológico onde são verificados as consistências dos dados obtidos em campo.

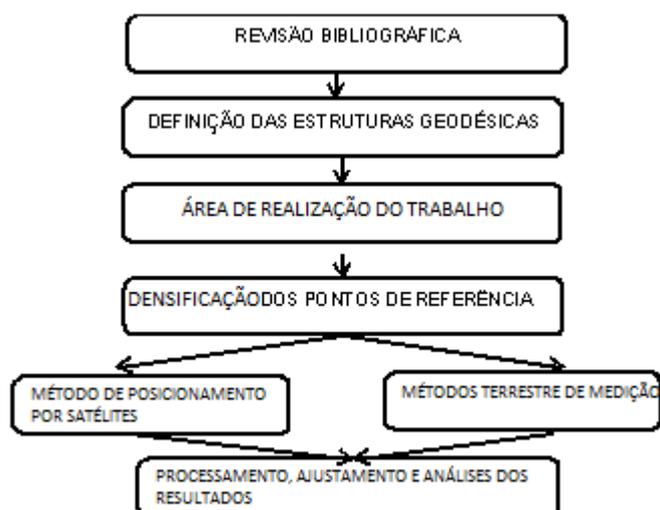


Figura 7 – fluxograma da metodologia para a definição do Sistema de Referência para a locação de Edificações Prediais.

### 4. DEFINIÇÃO DAS ÁREAS TESTES

As etapas definidas neste trabalho foram implantadas em duas áreas testes.

A área teste 1 – Bairro da Madalena, segundo o IBGE (2010) a população é de 1.537.704 hab. numa área de 218 km<sup>2</sup>. A Figura 8 ilustra a localização dentro da Cidade do Recife de acordo com dados da Prefeitura do Recife, disponibilizadas no SIRGAS2000. A área de estudo 1 está ilustrada com um polígono hachurado em cor laranja. A área foi contemplada com a implantação de pontos de referência através do método da poligonação com centragem forçada para a implantação da estrutura com 7 vértices que foram denominados de GT01, GT83, EM1, EM2, EM3, EM4 e EM5 e do método de posicionamento GNSS relativo estático para o georreferenciamento da área através dos vértices EM2 e EM3.



Figura 8 – Mapa da Área de Estudo I com os vértices (EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, GT83 e GT01) da Poligonal implantada.

A área teste 2 – *Campus Recife UFPE* (Universidade Federal de Pernambuco, conhecido como Campus Joaquim Amazonas (em homenagem ao primeiro Reitor Professor Joaquim Ignácio de Almeida Amazonas) tem coordenadas geográficas aproximadas de 8° 03' 20" S latitude e 34° 57' 04" W Gr longitude, no Sistema Geodésico de Referência - SIRGAS2000, obtidas com a ferramenta do software ArcGis10 e registradas dentro da Área de Estudo 2 (Figura 9). Área de teste 2 fica localizada dentro do Campus Recife, da Universidade Federal de Pernambuco, próximo ao prédio da Biblioteca Central e do Centro de Convenções, dentro do canteiro central na área verde que contém a sigla edificada da UFPE (Figura 9). Neste área teste 2 existia os vértices EPS04 e EPS07 são vértices pré-existentes e tiveram suas coordenadas geodésicas ( $\phi$ ,  $\lambda$ ) determinados por GNSS, aplicando o método de posicionamento relativo estático (VILA FLOR, 2010). Com esses vértices foi realizado a densificação da área de teste 2.

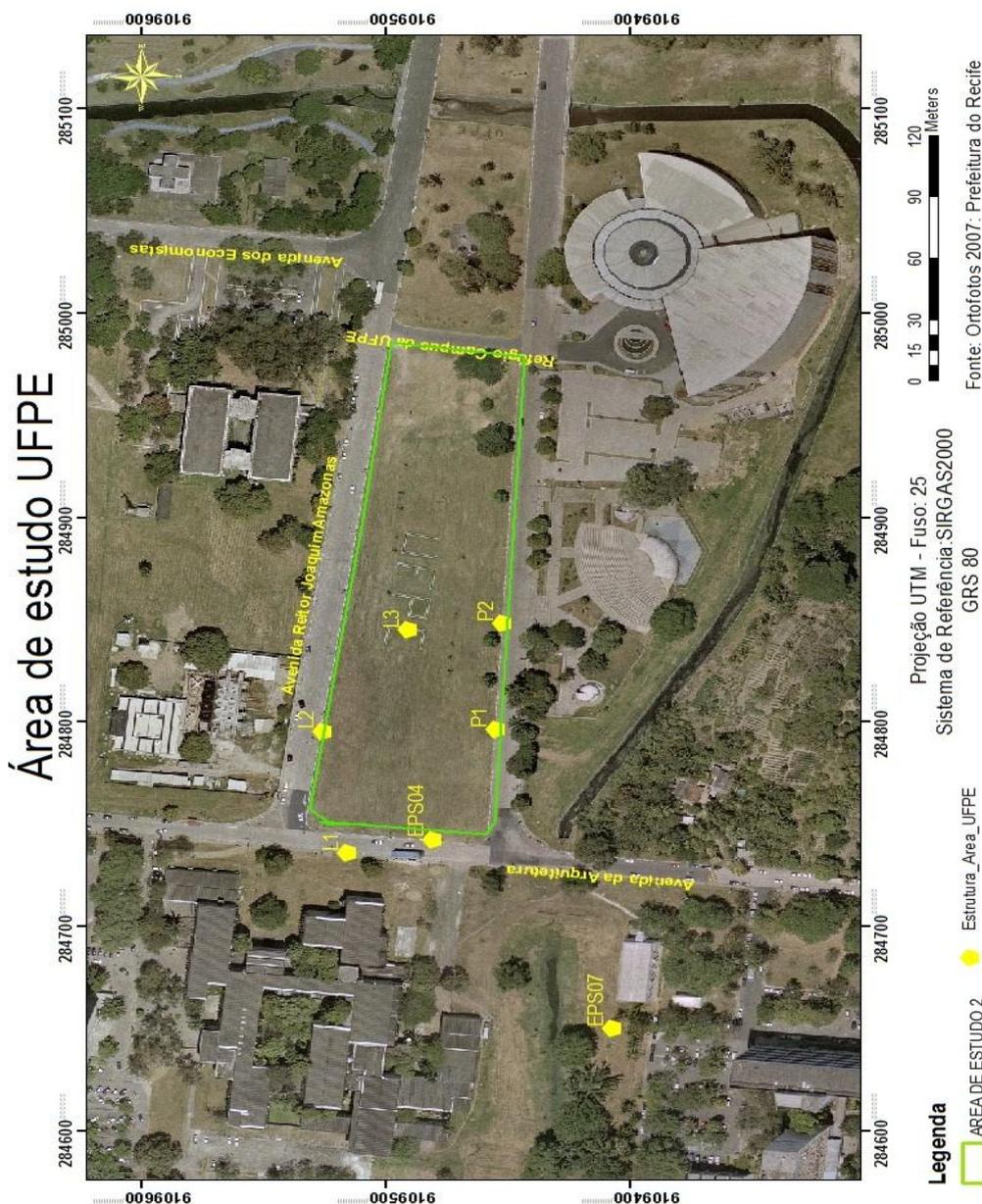


Figura 9 – Mapa da Área de Estudo 2 - *Campus* Recife UFPE e vértices da poligonal implantada (EPS04, L1, L2, L3, P2 e P1) e pontos de referência EPS04 e EPS07.

## 5 CONCLUSÕES

Neste trabalho foi apresentada uma abordagem para definição de Sistema de Referência que servirá para a locação de estruturas civis. Apresentando que é necessário a consultar de normas existentes para os trabalhos relacionados com Geodésia/Topografia para a geração de produto com qualidade posicional, onde também apresentou resoluções do IBGE que tratar sobre o Sistema Brasileiro de Referência. Ainda mostrar-se que pode acontecer os seguintes casos se não existir a estrutura geodésica como exemplo a área teste 1 ou já existir e ela ser densificada como por exemplo a área teste 2.

## AGRADECIMENTOS

Ao projeto CNPq/Vale S.A. n°454844/2012-3. Aos Engenheiros Antônio Rodrigues e ao Mestre de Obra Luiz pelo acesso à obra. Ao Programa de Pós-graduação em CGTG pela bolsa Reuni e Capes. Ao LAGEO e LATOP pela concessão dos equipamentos e apoio logísticos utilizados. Ao Dr. Silvio J. Garnés pela disponibilidade do software AstGeoTop2013.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ABNT: NBR 13.133 – Normas Técnicas para a Execução de levantamento topográfico. Rio de Janeiro. 1994.
- ABNT: NBR 14.166 - Rede de Referência Cadastral Municipal – Procedimento. Rio de Janeiro. 1998.
- ABNT: NBR 14.645 - Elaboração do “como construído” (“*as built*”) para Edificações. **Parte 1: Levantamento Planialtimétrico e Cadastral de Imóvel Urbanizado com Área até 25 000 m<sup>2</sup>, para fins de Estudos, Projetos e Edificação. 2000.**
- ABNT: NBR 14.645-3 – **Locação Topográfica e Controle Dimensional da Obra – Procedimento.** Rio de Janeiro. 2005.
- BOTELHO, F. **Métodos de Racionalização Construtiva no posicionamento preciso de Edificações Prediais.** Diss. Apresentada ao programa de Pós-graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. 2003.
- DAL’FORNO, G. L., AGUIRRE, A. J., HILLEBRAND, F. L., GREGÓRIO, F. DE V. **TRANSFORMAÇÃO DE COORDENADAS GEODESICAS EM COORDENADAS NO PLANO TOPOGRAFICO LOCAL PELOS MÉTODOS DA NORMA NBR 14166:1998 E O DE ROTAÇÕES E TRANSLAÇÕES.** III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação Recife. 2010.
- DIN 18710 - **Engenharia de Medição – Parte 1: Finalidades Gerais; Parte 2: Levantamento; Parte 3: Locação e Parte 4: Monitoramento.** 2002.
- ERBA, D.A.; THUM, B. A.; SILVA, C.A. da; SOUZA, G.C. de; VERONEZ, M. R.; LEANDRO, R. F.; MAIA, T.C. B. GARNÉS, S. J. A et al. **Definição para implantação do Sistema Topográfico Local de Campo Grande – MS e análise das fórmulas da NBR 14.166.** IV Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas - IV CBCG. Curitiba. 2005.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Resolução PR nº 5 - **Levantamentos Relativos Estáticos – GPS: Especificações e Normas Gerais para Levantamentos GPS.** 1993.
- GARNÉS, S. J. A. AstGeoTop. *Software.* Recife-PE: Departamento de Engenharia Cartográfica. Universidade Federal de Pernambuco. Compilação nov. 2011.
- GARNÉS, S. J. A et al. **Definição para implantação do Sistema Topográfico Local de Campo Grande – MS e análise das fórmulas da NBR 14.166.** IV Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas - IV CBCG. Curitiba. 2005.
- GEMAEL, C. **Introdução ao ajustamento de observações geodésicas.** Curitiba: Editora UFPR. 319p. 1994.
- GUIMARÃES, V. **Controle dimensional e geométrico.** Disponível em: <<http://upf.tche.br/~vagner/#D>>. (Acessado em 29 de Dezembro de 2012).
- HASEGAWA, J. GALO, M. MONICO, J. IMAI, N. **Sistema de Localização e Navegação Apoiado por GPS.** Disponível em: [www.topografia.ufsc.br/Arquivos GPS/Loc\\_Nav\\_GPS.pdf](http://www.topografia.ufsc.br/Arquivos/GPS/Loc_Nav_GPS.pdf).
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **A Resolução PR nº 01 – Altera a caracterização do Sistema Geodésico Brasileiro.** 2005.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Resolução PR nº 5 - **Levantamentos Relativos Estáticos – GPS: Especificações e Normas Gerais para Levantamentos GPS.** 1993.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Recomendações para Levantamentos Relativos Estáticos – GPS. 2008.**
- International Standard Organization. **ISO 4463-1: Measurement methods for building setting out and measurement.** Switzerland. 1989.
- Instituto Alemão para Normalização (em alemão Deutsches Institut für Normung (**DIN**)). Disponível em: <<http://www.din.de/cmd?level=tpl-home&contextid=din>> (Acessado: 07/11/2012).
- SILVA, G. P. Uma abordagem geodésica da locação e controle dimensional de estruturas da construção civil. Diss. 2014.
- KAHMEN, H; FAIG, W. **Surveying.** Berlin. 1988. Ed. De Gruyter.
- MONICO, J. F. G. **“Posicionamento pelo GNSS: Descrição, Fundamentos e Aplicações”.** 2ed. São Paulo: Unesp, 2008.