
LEVANTAMENTOS GEODÉSICOS DE EDIFICAÇÕES PREDIAIS HISTÓRICAS

GILMARA DANNIELLE DE CARVALHO ROCHA¹

LUCIENE FERREIRA GAMA¹

ANDREA DE SEIXAS²

ERIKA RODRIGUES DIAS¹

KATIA CILENE DO CARMO¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba- IFPB
Unidade Acadêmica I

Curso Superior de Tecnologia em Geoprocessamento

carvalho.14@hotmail.com; Luciene.gama@ifpb.edu.br; erika-lady@hotmail.com; k.cilene@gmail.com

²Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Centro de Tecnologia e Geociências - CTG

Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife, PE

Curso de Pós Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação.

aseixas@ufpe.br

RESUMO – O levantamento geodésico aplicado para representar geometricamente edificações prediais, ainda é pouco utilizado pelos órgãos de gestão do patrimônio histórico no Brasil. Neste contexto, quatro edificações prediais históricas, localizadas no Centro Histórico do Município de João Pessoa foram selecionadas, para a aplicação de uma metodologia de levantamento geodésico, envolvendo métodos do Sistema de Posicionamento por Satélite GNSS e métodos terrestres de medição à base de estação total, tendo-se como principal objetivo a análise da qualidade posicional de campo de pontos de referência e campo de pontos-objeto dessas edificações. Para isso será aplicada uma metodologia de levantamento geodésico para definir os limites das edificações e pontos de detalhes das mesmas, executando o controle de qualidade do levantamento. Os resultados provindos dos diversos métodos de levantamento aplicados foram comparados e analisados.

ABSTRACT - Geodesic survey used for representing buildings geometrically still presents little use by management organizations of historical heritage in Brazil. In this context, four historical buildings placed at the Historical Center in João Pessoa were selected for the fulfillment of geodesic survey methodology involving methods of Global Navigation Satellite Systems (GNSS) and terrestrial methods of measurement based on total station. They had as main aim the analysis of field positioning quality of reference points and field of object-points of such constructions. For this purpose, methodology of geodesic survey in order to define the construction limits and their detail points by accomplishing control of survey quality will be used. Results originated from several methods of surveys were compared and thus analyzed.

1 INTRODUÇÃO

O Centro da Cidade de João Pessoa é caracterizado pela presença marcante de edificações históricas. Essas edificações são relevantes pelo valor histórico que representam para a cidade e integram o patrimônio histórico e cultural do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). Para auxiliar no planejamento e gerenciamento urbano, o município deve dispor de um plano de gestão, baseado em um Sistema de Informações Territoriais, cujos elementos principais são as parcelas, aqui denominadas de edificações prediais históricas.

A representação geométrica das edificações prediais históricas deve ser realizada a partir do levantamento geodésico de seus limites, definidos a partir de vértices geodésicos de um sistema de referência oficial. A conexão dos limites das edificações prediais históricas, neste trabalho denominados de pontos-objeto, a um sistema de referência geodésico, acontecerá por meio de um campo de pontos de referência, medidos por métodos do Sistema de Posicionamento GNSS.

Neste contexto, este trabalho objetiva mostrar a metodologia de aplicação de levantamento geodésico de edificações prediais históricas e a análise da qualidade posicional das mesmas. Para a realização deste trabalho, foram selecionadas quatro edificações históricas, localizadas no Centro Histórico de João Pessoa: a Igreja de Santa Tereza de Jesus da Ordem Terceira do Carmo, a Igreja de São Bento, a Casa da Pólvora e dos Armamentos e o Antigo Hotel Globo. Cada edificação histórica foi contemplada com a implantação de no mínimo dois vértices próximos às edificações, que compõem o campo de ponto de referência, servindo de base para definição de um campo de pontos-objeto (pontos de limites e detalhes das edificações). As coordenadas planas retangulares UTM SIRGAS 2000, Este (E) e Norte (N), do campo de pontos de referência foram obtidas pelo método de posicionamento GNSS relativo estático. As coordenadas UTM SIRGAS 2000 do campo de pontos-objeto foram determinadas utilizando estação total, aplicando-se métodos terrestres de medição. Os resultados obtidos provindos das aplicações dos diversos métodos de levantamentos geodésicos foram comparados e analisados.

Os dados utilizados para o desenvolvimento desse trabalho foram extraídos do projeto de iniciação científica, intitulado: “Georreferenciamento de Edificações Históricas para o Diagnóstico de Movimentos Horizontais e Verticais” que vem sendo desenvolvido pelos docentes e discentes do Curso Superior de Tecnologia em Geoprocessamento do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba.

2 ESTRUTURAS GEODÉSICAS PARA O POSICIONAMENTO DE EDIFICAÇÕES PEDIAIS HISTÓRICAS

A estrutura geodésica para o posicionamento de edificações prediais advém de várias técnicas e metodologias de implantação de redes de pontos de referência para diversas finalidades. Estas estruturas são geograficamente bem distribuídas nas imediações da edificação. O estabelecimento e densificação das mesmas, para o posicionamento das edificações, justificam-se pelo posicionamento geodésico de forma precisa e exata das mesmas.

2.1 Edificações prediais históricas

A presença do IPHAN na Paraíba tem importância estratégica para o Centro Histórico de João Pessoa, desde 1937. No ano de 2011, o trabalho do IPHAN na Paraíba foi intenso pelo reconhecimento e significado do patrimônio local, resultado de diversos levantamentos arquitetônicos e pesquisas históricas, arqueológicas e iconográficas que possibilitaram rico cadastramento patrimonial. O tombamento de edificações prediais históricas, e o trabalho contínuo para a preservação desses bens em número tão significativo, testemunham a densidade histórica, cultural e patrimonial do Centro Histórico de João Pessoa (VITAL 2007).

No Centro Histórico do município de João Pessoa, estão localizadas diversas edificações prediais históricas, entre elas, pode-se citar: a Igreja de Santa Tereza de Jesus da Ordem Terceira do Carmo, que faz parte do conhecido conjunto Carmelita, formado pela Igreja de Nossa Senhora do Carmo de estilo Rococó; a Igreja de São Bento que fica localizada no eixo principal da cidade antiga compõe o conjunto Beneditino formado por igreja tombada e mosteiro; A Casa da Pólvora e dos Armamentos é uma construção do século XVII, localizada na ladeira de São Francisco; o Antigo Hotel Globo parte do conjunto arquitetônico do Pátio de São Frei Pedro Gonçalves.

As edificações prediais históricas, de acordo com visita técnica realizada ao IPHAN, não dispõem de um plano de gestão baseado em um Sistema de Informações Territoriais, cujas informações são referenciadas a um Sistema de Referência Geodésico.

Monumentos históricos, a exemplo de edificações prediais, resgatam os valores de uma cidade, pertencendo assim, ao Patrimônio Histórico e Cultural da Humanidade. O monitoramento automático de deformação de obras arquitetônicas incentivou na década de 90, o estudo, aperfeiçoamento e o desenvolvimento de novos sistemas geodésicos e fotogramétricos de medição tridimensional (3D). Medições de interiores de edificações prediais e de cidades arqueológicas são uma das áreas de aplicação destes sistemas de medição, onde a representação 3D do objeto é de grande importância para a reconstrução e conservação das estruturas arquitetônicas (GAMA et al., 2008).

Os sistemas geodésicos de referência, através da aplicação de métodos de medição Geodésicos/Topográficos, são importantes para o posicionamento e diagnóstico de movimentos horizontais e verticais (estudo de deslocamento ou deformação a partir do monitoramento) de edificações arquitetônicas históricas, assim como para prevenção de possíveis riscos e danos estruturais que possam vir a ocorrer a essas edificações (GAMA et al., 2008).

2.2 Campo de pontos de referência

A definição de um campo de pontos de referência faz-se necessário para determinação posicional de um objeto de estudo. O campo de pontos de referência é formado por um conjunto de pontos materializados na superfície terrestre com valores posicionais conhecidos, intencionalmente preparados para a definição do Sistema de Referência de medição estável (FERREIRA et al., 2004).

2.3 Campo de pontos-objeto

O campo de pontos-objeto é definido por Botelho (2003) como “um conjunto de pontos que são levantados no terreno e utilizados para representação de todos os detalhes necessários a serem representados”. Estes devem ter suas coordenadas referenciadas ao sistema definido pelo campo de pontos de referência. Neste trabalho, a designação de campo de pontos-objeto é dada aos pontos de limites e aos pontos de detalhes das edificações prediais históricas. Um campo de pontos-objeto, medido para monitoramento e representação tridimensional de edificações prediais históricas, foi estabelecido por Tenório e De Seixas (2008), no Centro Histórico de Olinda, tendo como objeto de estudo a Casa do Turista.

2.4 Métodos de levantamento de edificações prediais

2.4.1 Método de posicionamento GNSS relativo estático

Para o posicionamento relativo estático, a dupla diferença (DD) de fase de batimento da onda da portadora é a observável normalmente utilizada, embora possa também ser utilizada a dupla diferença da pseudo-distância, ou ambas. Quando são disponibilizadas as duas observáveis, o levantamento proporciona melhores resultados em termos de acurácia (MONICO, 2008). Para o posicionamento, este método fornece a maior precisão atingível e requer um tempo de observação de longa duração (USDA e USDI, 2001). A possibilidade de precisão adequada em curto período de observação faz o GNSS um excelente instrumento para a densificação de redes em pequenas distâncias (1 a 10 km) para definição de pontos de controle de obras de Engenharia (SEEBER, 1993).

2.4.2 Método da interseção a vante

O método da interseção a vante é recomendado em casos como, por exemplo, quando os pontos-objeto não são de fácil acesso fazendo necessária a utilização de métodos trigonométricos para determiná-los (SILVA et al., 2006). No posicionamento de edificações prediais, à aplicação deste método têm sua utilidade na definição de pontos de limites e pontos de detalhes (pontos localizados nas paredes das edificações). No método de Interseção a vante as coordenadas do ponto PN são obtidas a partir de pontos de coordenadas conhecidas. Isso é possível quando se têm os ângulos internos dos vértices topográficos P1 e P2, α e β respectivamente, como mostra a Figura 1 (KAHMEN e FAIG, 1988).

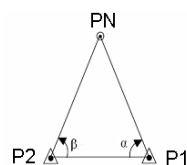


Figura 1 - Exemplo de interseção a vante com dois ângulos. Adaptado de Kahmen e Faig (1988).

As coordenadas aproximadas E_N e N_N do ponto PN representado na Figura 1 são calculadas conforme a formulação matemática descrita em (HÄBLER e WACHSMUTH, 1984). A formulação matemática para o cálculo de coordenadas seguindo o modelo geométrico representado na Figura 1, também pode ser encontrada em (GAMA, 2008).

2.4.3 Método da irradiação

A irradiação é um processo utilizado em levantamentos de edificações para georreferenciar os pontos-objeto destas a um Sistema de Referência por meio de medição de coordenadas polares (ângulos e distâncias). A amarração ao Sistema de Referência é realizada através de dois pontos que integrem o sistema ou por um ponto e um azimute. A Figura 2 mostra o método da irradiação.

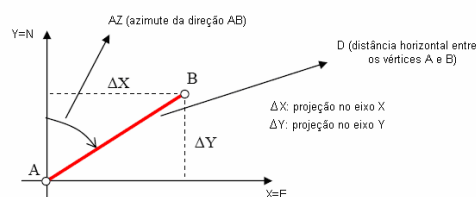


Figura 2 – Método da Irradiação. Adaptado de Veiga et al (2007).

Na aplicação do método da irradiação, a transformação das coordenadas polares em retangulares é realizada da seguinte maneira: uma vez conhecidas as coordenadas de um ponto (A) e o azimute do alinhamento dos pontos A e B,

as coordenadas de B são calculadas. A formulação matemática para o cálculo de coordenadas seguindo o modelo geométrico representado na Figura 2 é encontrado em (VEIGA et al.,2007).

2.4.4 Método da estação livre

O método da estação livre por dois pontos é o clássico método da interseção à ré. É um processo de determinação de coordenadas que consiste em medir, de uma estação desconhecida, o ângulo e as distâncias formadas pelas visadas dirigidas a dois outros pontos de posição conhecida. Assim, as coordenadas de uma estação podem ser calculadas quando, nesta estação, direções ou ângulos e distâncias são medidas. A Figura 3 mostra o método da estação livre. As equações utilizadas para o cálculo das coordenadas do ponto PN são encontradas em Souza (2005).

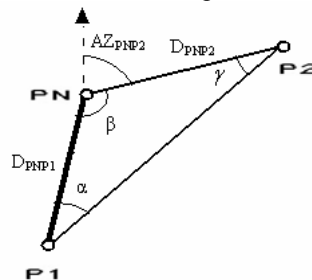


Figura 3 – Método da estação livre. Adaptado de Souza (2005).

O método da estação livre é utilizado quando não é possível estacionar o instrumento sobre um ponto de coordenadas conhecidas, a partir do qual se pretende determinar as coordenadas de outro. O instrumento é estacionado em PN (Figura 3) e medem-se a distância (D_{PNP1}) e o ângulo (β). A partir dessas informações são calculados o azimute (AZ_{PNP2}), a distância (D_{PNP2}) e o azimute (AZ_{PNP1}) (SOUZA, 2005).

2.5 Qualidade posicional no levantamento geodésico de edificações

O conceito de qualidade posicional adotado neste trabalho é o mesmo adotado por Brandão (2003). A qualidade posicional de um levantamento geodésico das coordenadas dos pontos que definem os pontos-objeto da edificação predial consiste num indicador da confiabilidade estatística da determinação da posição desses pontos. Para este autor a aplicação de padrões de qualidade posicional no levantamento geodésico de edificações prediais é necessária para:

- Garantir a inequívoca caracterização espacial das edificações, assegurando que o tamanho e forma atual da edificação sobre o terreno é a mesma daquela representada pelo levantamento;
- Controlar as precisões com que as posições dos pontos de limites da parcela (pontos-objeto) são fixadas em relação a cada outro, aos marcos de testemunhas e à rede de referência (campo de pontos de referência);
- Facilitar o eficiente restabelecimento e reintegração das posições de pontos de limites de parcelas (pontos-objeto das edificações).

No processo de medição geodésica, inicialmente deve-se definir a tolerância posicional necessária para atender as finalidades do levantamento. A partir daí é que se devem estabelecer os métodos de levantamento, o nível de densificação do campo de pontos de referência e os critérios de qualidade da precisão das medidas, de modo a ser possível obter uma precisão posicional que atenda a tolerância especificada (BRANDÃO, 2003). O problema é que no Brasil, inexistente uma Lei específica para levantamentos em áreas urbanas, que estabeleça padrões de precisão ao se medir uma edificação predial ou parcelas territoriais.

3 LEVANTAMENTO GEODÉSICO DE EDIFICAÇÕES PREDIAIS HISTÓRICAS

O levantamento geodésico das edificações prediais históricas foi realizado em duas etapas: primeiramente mediu-se o campo de pontos de referência, empregando-se o método do posicionamento relativo estático do Sistema de Posicionamento GNSS (Global Navigation Satellite System) e posteriormente foi medido o campo de pontos-objeto, composto pelos pontos de limites das edificações e pontos de detalhes, localizados nas paredes das edificações, utilizando métodos terrestres de medição a base de estação total. O campo de pontos de referência foi utilizado como referência para a definição posicional do campo de pontos-objeto (cf. sub-seção 2.2). A metodologia empregada para o levantamento do campo de pontos de referência encontra-se descrita em (GAMA 2008).

3.1 Levantamento geodésico do campo de pontos de referência

O levantamento do campo de pontos de referência foi realizado por métodos de levantamento GNSS e por métodos terrestres de medição.

3.1.1 Por GNSS

O campo de pontos de referência é composto por onze vértices: IGRC1 e IGRC2, localizados na Igreja Nossa Senhora do Carmo; IGRSB1 e IGRSB2, localizados na Igreja e Mosteiro de São Bento; CP1, CP2, CP3, CP4 e CP5 localizados na Casa da Pólvora; HG1 e HG2, localizados no Antigo Hotel Globo. As campanhas GNSS para a definição posicional dos vértices que compõem o campo de pontos de referência foram realizadas em 4 de Janeiro, 10 de Fevereiro e 19 de Março de 2011. A Figura 4 representa a configuração desses vértices sobre uma imagem extraída do Google Earth.



Figura 4 – Representação do Campo de pontos de referência determinados por levantamento GNSS.

O receptor GNSS Riper Lite Plus foi configurado para operar com intervalo de gravação de dados de 5 segundos, máscara de elevação de 13 graus, uma vez que o efeito do multicaminho é afetado diretamente pela elevação do satélite e por isso é necessário definir a máscara de elevação no receptor GNSS; o tempo de rastreamento utilizado foi de 40 minutos, por vértice. A estação do IBGE (SAT 92442), localizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB – Campus João Pessoa), foi adotada como referência para rastreamento dos vértices.

a) Processamento e Resultados

O processamento e ajustamento dos dados coletados foram realizados no *software Topcon Tools* Versão 7.1, específico do Sistema Hiper Lite Plus. O processamento dos dados GNSS foi realizado utilizando satélites do Sistema de Posicionamento Global (GPS) e Global Navigation Satellite System (GLONASS). Os vetores linhas de base foram processados com **solução das ambigüidades fixas**. A Tabela 1 mostra as coordenadas planas retangulares UTM em SIRGAS2000 da estação SAT 92442 do IBGE e dos vértices do campo de pontos de referência e seus respectivos desvios padrão.

Tabela 1 - Coordenadas Planas Retangulares UTM do campo de pontos de referência e respectivos desvios padrão, processadas no Topcon Tools Versão 7.1.

PONTO	ESTE (E)	NORTE (N)	ALTITUDE ELIPSOIDAL (h)	σ_E	σ_N	σ_h
SAT 92442	293138,001	9210723,640	40,90	0,004	0,005	0,042
CP2	291832,987	9213188,992	28,366	0,004	0,003	0,010
CP1	291854,635	9213171,973	29,831	0,005	0,004	0,013
CP4	291815,945	9213215,183	23,103	0,010	0,010	0,046
CP5	291836,113	9213224,513	24,770	0,005	0,005	0,026
HG1	291402,112	9213427,990	10,881	0,005	0,004	0,015
HG2	291378,144	9213366,157	11,089	0,007	0,015	0,016
IGRC1	292068,911	9212927,462	39,335	0,005	0,004	0,012
IGRC2	292060,939	9212960,090	39,799	0,002	0,002	0,006
IGRSB1	291875,562	9212986,714	42,534	0,002	0,002	0,006
IGRSB2	291868,771	9212924,005	42,328	0,002	0,002	0,004

Os desvios padrão (Tabela 1) são as precisões relativas alcançadas para cada coordenada calculada pelo *software Topcon Tools*.

a) Análise posicional do campo de pontos de referência

Tratando-se do campo de pontos de referência, as análises dos resultados foram realizadas considerando os desvios padrão, obtidos para as coordenadas planas retangulares UTM em SIRGAS2000 de cada vértice. Analisando a Tabela 1, observou-se que o maior e o menor desvio padrão encontra-se, respectivamente, para os vértices HG2 e IGRSB2, com valores 0,015mm na coordenada Norte e 0,002m para as coordenadas Este e Norte dos vértices IGRC2, IGRSB1, IGRSB2. Com relação à altitude elipsoidal, o maior e o menor valores foram encontrados respectivamente, para os vértices IGRSB2, com valor de 0,002m e para o vértice CP4, com valor de 0,046m. As discrepâncias encontradas entre as coordenadas planas retangulares UTM, são inferiores a 0,015m, mostrando a precisão e qualidade do levantamento realizado.

3.1.2 Por métodos terrestres de medição

Para a determinação das coordenadas do vértice CP₃, localizado na Casa da Pólvora, foi utilizado o método da estação livre, para isso foram utilizadas as coordenadas planas retangulares UTM no Sistema SIRGAS 2000 dos vértices CP2 e CP4. As coordenadas planas retangulares UTM do Vértice CP₃ foram calculadas em um aplicativo desenvolvido em planilha do Excel. A formulação matemática para o cálculo de coordenadas utilizando o método da estação livre é encontrada em (SOUZA et al., 2005). A Tabela 2 apresenta as coordenadas planas retangulares UTM do ponto CP₃.

Tabela 2– Coordenadas planas retangulares UTM obtidas pelo método da estação livre.

PONTO	UTM (E) [m]	UTM (N) [m]
CP ₃	291806,0728	9213199,699

3.2 Levantamento geodésico do campo de pontos-objeto

O campo de pontos-objeto é composto por: 4 pontos de limites (T₁, T₂, Q₁ e Q₂) e 26 pontos de detalhes (G1, ..., G28) da fachada frontal da Casa da Pólvora; 3 pontos de limites (IC₁, IC₂ e IC₃) do Complexo Religioso- Igreja Nossa Senhora do Carmo e Capela de Santa Tereza; 2 pontos de limites (SB₁ e SB₂) da Igreja e Mosteiro de São Bento.

O levantamento do campo de pontos-objeto das edificações prediais históricas foi realizado aplicando-se os métodos terrestres de medição da interseção a vante, estação livre, irradiação simples e dupla, utilizando Estação Total NIKON NPL - 362. As observações foram realizadas empregando a técnica de pares conjugados, com duas séries de leitura na posição direta e inversa. Os pontos objeto (T₁, T₂, Q₁ e Q₂) mostrados na Figura 5a e os pontos de detalhes da parede frontal (Figura 5b) da Casa da Pólvora foram medidos aplicando o método da irradiação dupla. O campo de pontos-objeto foi medido com a estação total operando na função de medição sem prisma.

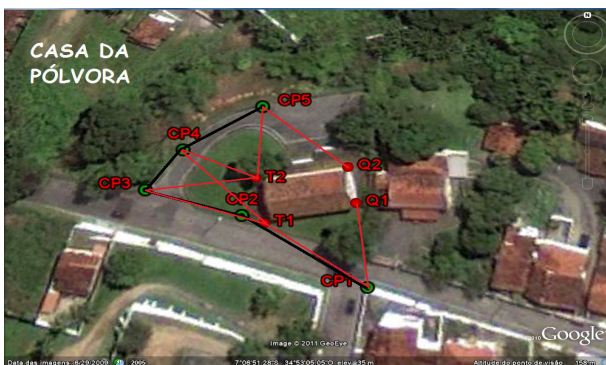


Figura 5a - Representação geométrica dos pontos de limites da Casa da Pólvora.



Figura 5b- Localização dos pontos de detalhes da casa da pólvora.

3.2.1 Processamentos e Resultados

Para a determinação das coordenadas (Tabela 3) dos pontos de limites da Casa da Pólvora, utilizou-se o software DataGeosis Office Versão 7.5.3.1.

Tabela 3 – Coordenadas UTM SIRGAS2000 dos pontos de limite da Casa da Pólvora.

PONTO	ESTE (E)	NORTE (N)
T ₁	291834,449	9213190,942
T ₂	291832,451	9213202,953
Q ₁	291854,328	9213194,088
Q ₂	291852,060	9213204,954

A medição dos pontos-objeto referentes à fachada frontal da Casa da Pólvora, como mostra a Figura 5b, foi determinada a partir das coordenadas de referência dos pontos CP3 e CP4 (Figura 5a) e estão descritas na Tabela 4.

Tabela 4- Coordenadas planas retangulares UTM SIRGAS 2000 da Fachada frontal da Casa da Pólvora, utilizando o método da interseção a vante.

Ponto	UTM (E)	UTM (N)	Ponto	UTM (E)	UTM (N)
G1	291834,250	9213193,912	G15	291833,689	9213197,147
G2	291833,955	9213195,45	G16	291833,700	9213197,159
G3	291834,279	9213193,875	G17	291833,624	9213197,541
G4	291833,987	9213195,518	G18	291833,604	9213197,517
G5	291834,222	9213193,354	G19	291833,509	9213198,151
G6	291833,691	9213195,892	G20	291833,527	9213198,155
G7	291834,252	9213193,912	G21	291834,604	9213191,944
G8	291834,249	9213193,917	G22	291834,801	9213190,919
G9	291834,142	9213194,388	G23	291833,845	9213196,206
G10	291834,061	9213194,948	G24	291833,102	9213200,720
G11	291833,992	9213195,429	G25	291833,102	9213200,747
G12	291833,99	9213195,425	G26	291834,939	9213191,519
G13	291833,811	9213196,461	G27	291832,897	9213201,646

Os pontos-objeto, que compõem os limites da Igreja Nossa Senhora do Carmo (IC₁, IC₂ e IC₃) e da Igreja e Mosteiro de São Bento (SB₁ e SB₂) foram medidos aplicando o método da irradiação dupla e calculados aplicando as formulações matemáticas dos métodos da interseção a vante e irradiação dupla. As Figuras 6a e 6b mostram a representação geométrica do levantamento pelo método da irradiação dupla

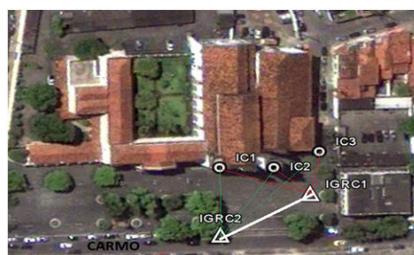


Figura 6a – Representação geométrica da Igreja Nossa Senhora do Carmo.



Figura 6b – Representação geométrica da Igreja e Mosteiro de São Bento.

A Tabela 5 mostra as coordenadas planas retangulares UTM, no Sistema SIRGAS 2000, dos pontos de limites obtidas pelo método da interseção a vante, da Igreja Nossa Senhora do Carmo e da Igreja e Mosteiro de São Bento.

Tabela 5 - Coordenadas dos pontos de limites obtidas pelo método da interseção a vante em SIRGAS 2000, processadas no aplicativo Excel.

PONTO	UTM (E)	UTM (N)
IC ₁	292089,512	9212962,771
IC ₂	292086,63	9212942,969
IC ₃	292089,745	9212925,905
SB ₁	291865,302	9212947,865
SB ₂	291862,73	9212925,591

3.2.2 Análise posicional do campo de pontos-objeto

As discrepâncias de coordenadas planas retangulares UTM, quando comparado com os métodos da irradiação dupla são mostradas na Tabela 6.

Tabela 6 – Discrepância de coordenadas entre os métodos da interseção a vante e o método da irradiação dupla.

Ponto	UTM (E)	UTM (N)	Ponto	UTM (E)	UTM (N)
G1	0,033	0,022	G15	0,035	0,008
G2	0,024	0,016	G16	0,060	0,022
G3	0,055	0,030	G17	0,041	0,010
G4	0,049	0,021	G18	0,015	0,003
G6	0,058	0,028	G19	0,043	0,013
G7	0,043	0,068	G20	0,053	0,018
G8	0,053	0,028	G21	0,064	0,042
G9	0,042	0,017	G22	0,015	0,047
G10	0,067	0,033	G23	0,070	0,032
G11	0,064	0,027	G24	0,063	0,021
G12	0,059	0,031	G25	0,077	0,025
G13	0,045	0,016	G27	0,051	0,019
G14	0,012	0,004	G28	0,079	0,009

Considerando as discrepâncias de coordenadas planas retangulares UTM do campo de pontos-objeto correspondente a fachada frontal da casa da pólvora (Tabela 6), as discrepâncias encontradas apresentaram valores inferiores a 0,079 para as coordenadas Este (E) do ponto G28 e 0,068 para as coordenadas Norte (N) do ponto G7.

As discrepâncias entre as coordenadas planas retangulares UTM dos pontos-objeto obtidos pelo método da interseção a vante, da Igreja Nossa Senhora do Carmo e da Igreja e Mosteiro de São Bento, calculadas através dos métodos da interseção a vante e irradiação dupla são mostradas na Tabela 7.

Tabela 7 – Discrepância de coordenadas entre os métodos da interseção a vante e o método da irradiação dupla.

PONTO	UTM (E) [m]	UTM (N) [m]
IC ₁	0,065	0,044
IC ₂	0,062	0,005
IC ₃	0,085	0,057
SB ₁	0,001	0,010
SB ₂	0,053	0,007

Para o campo de pontos de referência correspondentes ao Complexo Religioso- Igreja Nossa Senhora do Carmo, Igreja e Capela de Santa Tereza (IC₁, IC₂ e IC₃) e da Igreja e Mosteiro de São Bento (SB₁ e SB₂), as discrepâncias de coordenadas planas retangulares UTM do campo de pontos-objeto (pontos de limites), como mostra a Tabela 7, apresenta a maior discrepância para o vértice IC₃, com valor de 0,085m para as coordenadas Este (E), e a menor discrepância para o vértice SB₁, com valor de 0,001m para as coordenadas Este (E) e para as coordenadas Norte apresenta maior discrepância para o vértice G3, com valor de 0,068 m e menor discrepância para o vértice, com valor de 0,003 m.

4 CONCLUSÕES

Os desvios padrão advindos do processamento dos vetores linhas de base dos vértices do campo de pontos de referência mostra-se resultados otimistas, com valores inferiores a 0,015mm, tendo em vista que os vértices encontra-se em locais próximos de edificações.

A aplicação de métodos de medição distintos permite confrontar os resultados e verificar os valores posicionais mais prováveis para os pontos que definem as edificações prediais.

As discrepâncias de coordenadas encontradas para os vértices que integram o campo de pontos-objeto das edificações prediais medidas, são inferiores a 8 cm, tanto para as coordenadas Este, quanto para as coordenadas Norte (Tabela 6 e 7).

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BRANDÃO, A C. **O Princípio da Vizinhança Geodésica no Levantamento Cadastral de Parcelas Territoriais**. Tese de Doutorado. Projeto de Qualificação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

BOTELHO, F.J.L. **Métodos de Racionalização Construtiva no Posicionamento preciso de Edificações Prediais**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação. 96 P. 2003.

FERREIRA, T. F; SEIXAS, A; ROMÃO, M.V.C. **Conceituação de Campos de Pontos na Medição de Deformação de Objetos**. Anais do I Simpósio de Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação. Recife. 2004.

GAMA, L.F. **Experimentos e Análises Metodológicas do Desempenho de Estruturas Geodésicas Planimétricas Implantadas com GPS e Estação Total: Aplicações em Levantamentos Cadastrais Urbanos**. Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação da UFPE. Recife. 2008.

GAMA, L.F. ; SEIXAS, A.; TENÓRIO, B. **Implantação e Interligação de Campo de Pontos Planimétrico de Referência para o Georreferenciamento de Estruturas Arquitetônicas**. . II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação. Recife. 2008.

HÄBLER, J.; WACHSMUTH. **Vermessungs beruf**. 1984.

KAHMEN, H.; FAIG, W. **Surveying**. Berlin. 1988. Ed. de Gruyter.

MONICO, J. F. Galera. **Posicionamento Pelo GNSS - Descrição, Fundamentos e Aplicações**. Editora UNESP – São Paulo. 2008.

TENÓRIO, B.; DE SEIXAS, A. **Reconstrução Tridimensional de Superfícies Topográficas Terrestres e Obras Arquitetônicas no Sítio Histórico de Olinda**. II Simpósio de Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação. Recife. 2008.

SEEBER, G. **Satellite Geodesy: Foundations, Methods and Applications**. Berlin, New York: Walter de Gruyter, 1993.

SILVA, A.G. O.; AZEVEDO, V.W. B.; SEIXAS, A. **Métodos de Levantamentos Topográficos Planimétricos para o Georreferenciamento de imóveis rurais**. Anais 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande. 939-948 P. 2006.

SOUZA, G.C.; ERBA, D.A.; SILVA, C.A.U.; VERONEZ, M.R.; LEANDRO, R.V.; MAIA, T.C.B. **Topografia para Estudantes de Arquitetura, Engenharia e Geologia**. Editora Unisinos – São Leopoldo. Rio Grande do Sul. 2005.

TENÓRIO, B.; DE SEIXAS, A. **Reconstrução Tridimensional de Superfícies Topográficas Terrestres e Obras Arquitetônicas no Sítio Histórico de Olinda**. II Simpósio de Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação. Recife. 2008.

USDA e USDI. **Standards and Guidelines for Cadastral Surveying Using Global Positioning System Methods**. Version 1.0. Washington: Department of Agriculture - Forest Service United States of the Interior – Bureau of Land Management. 2001. Acessado em 8/11/2006. Disponível em <http://www.fig.net>.

VEIGA, L.A.K.; ZANETTI, M.A.Z.; GAGGION, P.L. **Fundamentos de Topografia**. 2007.

VITAL, M. D. **A Revitalização do Centro Histórico de João Pessoa: Discursos e Representações Sociais**. Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Sociologia da Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa. 2007.