
LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO DE UM PILAR DE UMA EDIFICAÇÃO PREDIAL DE 31 PAVIMENTOS EM CONSTRUÇÃO

ANA ITAMARA PAZ DE ARAÚJO¹

ANDRÉA DE SEIXAS²

^{1,2} Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Centro de Tecnologia e Geociências - CTG

Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife, PE

Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação

itamara.paz@ufpe.br, aseixas@ufpe.br

RESUMO – O acompanhamento e o controle geométrico periódicos da verticalização de um edifício predial nos canteiros de obra da construção civil são de grande importância, pois é necessário que se tenha um controle de qualidade da execução da edificação predial. Esse tipo de procedimento de campo é tratado na Engenharia Civil como controle dimensional e controle de qualidade da edificação. Este artigo tem como objetivo identificar e analisar métodos geodésicos/topográficos para o controle da verticalização de pilares de um edifício predial de grande porte considerando neste artigo como sendo um edifício acima de vinte pavimentos. Neste contexto pretende-se responder algumas questões dentre elas como realizar o controle geométrico e o monitoramento da verticalização dos pilares de um edifício predial de grande porte. Para isso é necessário a definição e materialização de estruturas geodésicas e/ou topográficas planialtimétricos locais implantados nas obras de edifícios prediais e seus entornos. A análise das estruturas geodésicas (pontos de referência e pontos-objeto) irá contribuir para o aprofundamento dos diversos métodos geodésicos/topográficos, enfatizando-se, neste trabalho métodos ópticos a base de teodolito e estação total. Estabelecendo-se assim, a interligação dos instrumentos com a estrutura predial. Para isso serão definidas estruturas geodésicas planialtimétricas para o estudo da verticalização de estruturas prediais em áreas urbanas com a presença marcante de edificações prediais de pequeno, médio e/ou grande porte. Desta forma, serão abordados conceitos geodésicos para o emprego de estruturas geodésicas planialtimétricas em áreas urbanas quando se tratar da definição e materialização de um sistema de referência planialtimétrico. Os experimentos foram realizados em uma área teste contendo características urbanas mais próximas com as da realidade prática, localizada em quadras urbanas bastante edificadas e trafegadas de um Bairro da Região Metropolitana do Recife.

ABSTRACT - The periodic monitoring and geometric control of high-rise buildings in civil construction sites are of great importance for quality control. In Civil Engineering this sort of procedure is treated as dimensional control and quality control of the construction. This research study has the objective of identifying and analyzing geodesic/topographical methods for the control of the verticalization of pillars of large high-rise buildings (over 20 floors). In this context, the intent is to find out how to carry out the geometric control and the monitoring of the verticalization of pillars of a large high-rise building. For this it is necessary to define and materialize planialtimetric geodesic and/or topographic structures of good quality, as well as the interconnection of local planialtimetric references implanted in the construction sites of high-rise buildings and surrounding areas. The analysis of the geodesic structures (field of reference points and field of object-points) will contribute to the better understanding of the different geodesic/topographic methods, emphasizing in this study the optic methods based on theodolite, digital level and total station. This will thus establish the interconnection of the instruments with the high-rise structure. For this, planialtimetric geodesic structures will be defined for the verticalization study of high-rise buildings in urban areas of small, medium and large scale. The applicability of planialtimetric geodesic structures in urban areas will be approached when dealing with the definition and materialization of a planialtimetric reference system. The experiments were performed in a test area containing urban characteristics closer to the practical reality, located in fairly vertical and transited urban areas of the Metropolitan Region of Recife.

1 INTRODUÇÃO

O acompanhamento e o controle geométrico periódicos da verticalização de um edifício predial nos canteiros de obra da construção civil são de grande importância, pois é necessário que se tenha um controle de qualidade da

execução da edificação predial. Esse tipo de procedimento de campo é tratado na Engenharia Civil como controle dimensional e controle de qualidade da edificação.

O estudo de deformação de objetos considera a necessidade de definição de sistemas de referências para a interligação entre a estrutura predial e os sistemas de medição a serem empregados, assim como a definição de campos de pontos de referência e campo de pontos-objeto (SILVA et al., 2004).

Em Kahmen (1997) descreve-se sobre o ordenamento de medição com sensores descentralizados para a medição de pequeníssimas variações de comprimento, de altura e inclinação, como um dos métodos de medição para o monitoramento de estruturas da construção civil. Neste procedimento de medição são utilizados sensores com medidas elétricas de grandezas não elétricas. Segundo o mesmo autor estes sensores podem ser conectados a computadores de forma a, por exemplo, fornecer automaticamente o processamento de "Biegelinien".

No contexto da região Metropolitana do Recife, identificam-se muitas edificações prediais compostas com mais de 20 andares, as quais serão consideradas, neste trabalho, como edificações prediais de grande porte no sentido vertical.

O conceito de campo de pontos foi utilizado para a determinação de pontos de referência e de pontos-objeto para o levantamento planialtimétrico de pontos localizados no entorno de um pilar de uma edificação predial. Os pontos de referência estão materializados de duas maneiras: com hastes metálicas cravadas entre os meios fios das calçadas e com vértices auxiliares definidos temporariamente durante as épocas de medição. Os pontos-objeto estão materializados: pelas quinas de um pilar e por hastes metálicas fixadas nas vigas e no entorno do pilar. Ambos os pontos-objeto estão localizados nos diferentes pavimentos da edificação predial. A pretensão deste trabalho é responder algumas questões, dentre elas, como realizar o controle geométrico e o monitoramento da verticalização dos pilares de um edifício predial de grande porte. Para isso é necessário a definição e materialização de estruturas geodésicas e/ou topográficas planialtimétricas de boa qualidade, assim como a interligação de referenciais planialtimétricos locais implantados nas obras de edifícios prediais e seus entornos. Portanto este trabalho tem como objetivo apresentar uma metodologia de medição para levantamentos de pontos-objeto de estruturas prediais, abordar as dificuldades enfrentadas durante as campanhas de medição e mostrar alguns dos resultados obtidos durante as campanhas.

2 EMBASAMENTO TEÓRICO

2.1 Conceituação de Campo de Pontos

Segundo (BRANDÃO, 1996), campo de pontos, nos processos de medição, são conjuntos de pontos interligados, aos quais, a cada um deles pode-se associar uma posição em um dado Sistema de Referência. As posições desses pontos são definidas por suas coordenadas determinadas através de relações geométricas. De acordo com o mesmo autor, a quantidade e a disposição dos pontos, ou seja, seu aspecto geométrico é definido pelas condições específicas a que este campo se destina.

2.1.1 Pontos de Referência

O campo de pontos de referência é formado por um conjunto de pontos de referência, os quais são intencionalmente preparados para a definição do sistema de referência de medição estável, onde o campo de pontos-objeto é monitorado a partir do campo de pontos de referência (CARDOSO, 2005).

Segundo Botelho (2003), um campo de pontos de referência é um conjunto de pontos materializados no terreno e que tem suas coordenadas conhecidas, determinadas de acordo com as especificações do IBGE (1998) ou segundo as normas da ABNT (13.133/1994). Sendo utilizados para o apoio em trabalhos geodésicos e topográficos. O autor recomenda que no mínimo, dois vértices consecutivos, sejam implantados fora do imóvel de interesse, em locais julgados seguros, e com isso ficam evidenciados a necessidade de um campo de pontos de referência no local da obra.

Em Gama et AL. (2008), os pontos de referência são distribuídos em torno de quadras cadastrais, para o levantamento de limites de parcelas territoriais urbanas.

Neste trabalho os pontos de referência são determinados e implantados para auxiliar na determinação dos pontos-objeto.

Na área teste Bairro de Casa Amarela, os pontos de referência foram materializados com:

- ✓ Pinos cravados entre os meios fios e as vias de comunicação. Como se pode observar na Figura 1.



Figura 1 – Exemplo de pino cravado entre os meios fios e próximo à edificação.

FONTE: ARAÚJO (2013).

As coordenadas destes vértices foram definidas por meio de poligonização com centragem forçada e nivelamento trigonométrico de visadas unilaterais a curtas distâncias. Estes métodos são bastante conhecidos em (Kahmen & Faig, 1988).

Os pontos de referência foram denominados da seguinte forma, a letra “E” significa Estação onde estava localizada a Estação Total, a letra “C” significa Bairro de Casa Amarela e a numeração (1, 2, 3) quantidade de pontos de referência distribuídos externamente próximos à obra.

- ✓ Vértices temporários localizados nas calçadas. Conforme a Figura 2 que segue.



Figura 2 – Exemplo de vértice temporário, próximo à edificação.

FONTE: ARAÚJO (2013).

As coordenadas destes vértices foram definidas por meio do método de interseção a ré e nivelamento trigonométrico. Estes pontos foram denominados de EL, a letra “E” significa Estação, onde estava localizada a Estação Total, a letra “L” significa a palavra livre, ou seja, estação livre.

A definição de campo de pontos de referência no contexto deste trabalho é dada a partir de pontos materializados no terreno e distribuídos conforme a geometria da área em estudo.

2.1.2 Pontos-Objeto

Os pontos-objeto são definidos 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”.

Em Gama (2008), os pontos-objeto são representados pelas parcelas territoriais urbanas. A definição de campo de pontos-objeto abordado neste contexto é a designação de campo de pontos-objeto representados pelos pontos de limites a serem determinados posicionalmente. Estes devem ter suas coordenadas referenciadas ao sistema definido pelos pontos de referência.

Para Silva et al. (2004) o campo de pontos-objeto tem a finalidade de descrever o objeto, de modo que o mesmo possa ser abstraído da melhor maneira possível.

No presente trabalho os pontos-objeto são representados por pontos estrategicamente localizados na edificação predial de grande porte.

Na área teste Bairro de Casa Amarela, a partir dos pontos de referência foram determinados os pontos-objeto. Estes pontos foram determinados durante as campanhas de medição realizadas nesta área teste.

Na Figura 3, podem-se visualizar estes pontos-objeto assinalados com um círculo de cor azul, no que se refere ao pavimento seis da edificação.

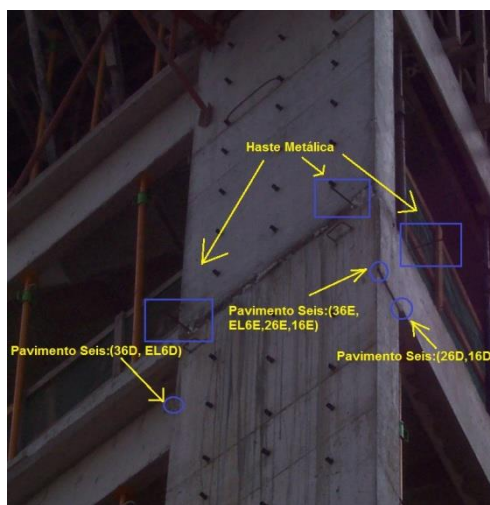


Figura 3 – Materialização com hastes metálicas no entorno do pilar 8 e de cada pavimento da edificação.
FONTE: Araújo; Seixas (2013).

As quinas foram medidas de forma diferente em relação a primeira visita, pois na primeira visita visualizou-se a parte inferior da laje e nas demais visitas as quinas foram visualizadas na parte superior da laje, conforme ilustração da Figura 4.

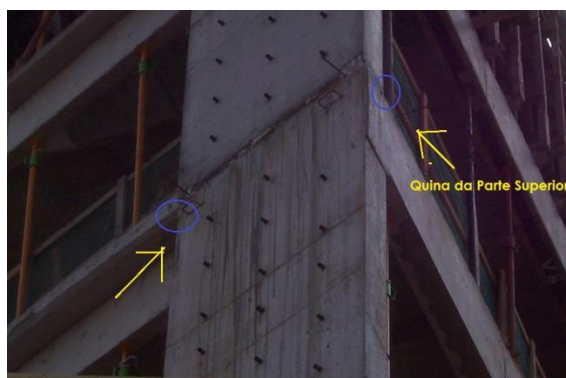


Figura 4 – Pontos-objeto formados pela intersecção do pilar 8 e as vigas de cada laje da edificação.
FONTE: Araújo; Seixas (2013).

Portanto, no contexto deste trabalho os pontos-objeto são pontos distribuídos na estrutura da edificação predial de grande porte com o objetivo de descrever o objeto de estudo.

O estudo da verticalização de uma edificação será reduzido neste trabalho ao estudo da execução dos pilares de edificação. Sendo assim, o objeto de medição neste trabalho são os pilares de uma edificação predial.

A evolução histórica de sistemas de medição polar à base de teodolitos através da triangulação ativa e os respectivos métodos para a determinação de deformação de objetos sinalizados com marcas artificiais e não sinalizados,

assim como medições de superfícies são apresentados em (SEIXAS, 2004). Com base nestas definições é possível identificar algumas situações de pontos-objeto contidos nos pilares de uma edificação:

- Pontos-objeto artificiais e passivos, neste caso são implantados alvos nas quinas dos pilares de forma a poder medi-los com o emprego de um sistema de medição a base de teodolitos ou uma Estação Total (taqueômetro eletrônico);
- Pontos-objeto naturais, neste caso as quinas são definidas pelas arestas das vigas das lajes e dos pilares de forma que possam ser identificados pelo olho humano e medidos a partir de um sistema de medição a base de teodolitos ou uma Estação Total;
- Pontos-objeto ativos, neste caso são projetados luzes a LASER para poder medi-los com o emprego de um taqueômetro eletrônico (Estação Total) ou um sistema de medição a base de teodolitos;
- Pontos-objeto naturais, neste caso as quinas são definidas pelas arestas das vigas das lajes e dos pilares de forma que possam ser identificados por um olho artificial, no caso câmera CCD, e medidos com o emprego de um sistema de medição automático constituído por vídeo-teodolitos.
- Pontos-objeto naturais e ativos, neste caso as quinas são definidas pelas arestas das vigas das lajes e dos pilares de forma que possam ser identificados por um olho artificial, no caso câmera CCD, quando são projetados luzes a LASER e medidos com o emprego de um sistema de medição automático constituído por um teodolito apontador e um teodolito identificador (vídeo-teodolito) ou vídeo-taqueômetro.

Neste trabalho foi estudada a situação b) Pontos-objeto naturais. A determinação do ponto-objeto está limitada a identificação por olho humano. O que significa que em épocas sucessivas essas mesmas quinas não serão detectadas igualmente. Para melhorar os diagnósticos serão observadas, além destas quinas, hastes metálicas cravadas nas lajes e próximas às arestas entre as quinas e os pilares (Figura 3). Estas hastes são utilizadas durante a obra para o controle vertical por meio de prumos de centro.

Em SEIXAS et al.(2007) foram apresentados fundamentos geodésicos/metrológicos (teóricos e experimentais) e métodos ópticos para a determinação de deslocamentos verticais e transporte de alturas à base de sistemas de medição compostos exclusivamente por teodolitos e estações totais (taqueômetros eletrônicos) de caráter manual e/ou motorizado, trazendo definições de possíveis sistemas de referências e orientações dos mesmos. As características de distinção entre os métodos apresentados poderão servir como subsídio para uma pré-seleção da metodologia a ser utilizada.

3 METODOLOGIA DO TRABALHO

3.1 Metodologia

A Figura 5 descreve em forma de fluxograma as etapas do desenvolvimento metodológico deste trabalho. Inicialmente, realizou-se o levantamento bibliográfico e a partir da escolha da área teste iniciou-se a implantação dos pontos de referência e pontos-objeto.

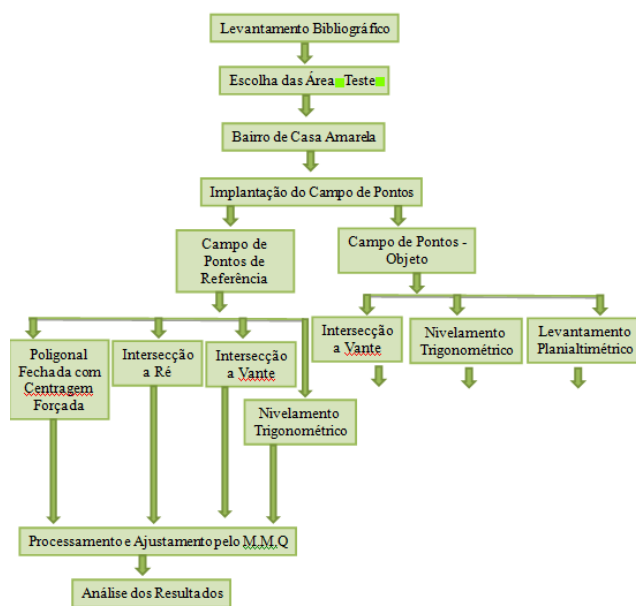


Figura 5– Fluxograma apresentando a sequência dos procedimentos metodológicos: Área Teste 1- Bairro de Casa Amarela. FONTE: ARAÚJO (2013).

Para a determinação dos pontos de referência foram aplicados os métodos, poligonização com centragem forçada, interseção a ré, interseção a vante, nivelamento trigonométrico, para a determinação dos pontos-objeto aplicou-se os métodos de interseção a vante e nivelamento trigonométrico e levantamento planialtimétrico a partir de três distâncias e três pontos conhecidos.

3.2 Materiais

Para a realização desta pesquisa foram utilizados os seguintes equipamentos e *softwares*:

- 1) Estação Total 3305 DR (Trimble): Precisão angular de 5'' e Precisão linear de 5mm+5pmm. Modo de leitura com distanciômetro eletrônico (EDM-Eletronic Distance Measurement): Prisma Reflex (PR). Esta Estação Total é também capaz de medir a distância lançando o feixe diretamente sobre a superfície do objeto. Este último modo de medição de distância não foi empregado nesta dissertação. Acompanhada do respectivo apoio logístico;
- 2) *Software* MATLAB, versão 9.0;
- 3) Planilha no Excel versão 2007;
- 4) *Software* AstGeoTop versão 2012, versão disponibilizada para intersecção direta (Vante) foi a 2012.06.10, para levantamento planimétrico © versão 2012.11.11, para planialtimetria © versão 2013.05.06, para componente vertical versão 2012.06.10 e o cálculo de ângulo horizontal e zenital a versão 2012.05.23.

3.3 Medições, processamento e análise dos pontos de referência e pontos-objeto

- **Medições**

Os quadros 1 e 2 mostram o resumo de como foram realizadas as campanhas de medição com relação a determinação dos pontos de referência e pontos-objeto. Durante este trabalho foram realizadas cinco campanhas de medição.

Datas	Equipe/Duração	Métodos	Determinação dos Pontos de Referência
11/04/2012	3 pessoas/6 horas	Poligonização Fechada com Centragem Forçada.	EC1, EC2 e EC3.
		Interseção a Ré	EL1
		Nivelamento Trigonométrico	EC1, EC2, EC3 e EL1.
20/09/2012	3 pessoas/6 horas	Interseção a Ré	EL1 e EL2.
		Nivelamento Trigonométrico	EL1 e EL2.
21/11/2012	3 pessoas/8 horas	Interseção a Ré	EL1, EL2, EL3 e EL4.
		Nivelamento Trigonométrico	EL1, EL2, EL3 e EL4.
24/01/2013	2 pessoas/6 horas	Interseção a Ré	EL1, EL2, EL3 e EL4.
		Nivelamento Trigonométrico	EL1, EL2, EL3 e EL4.
31/01/2013	2 pessoas/6 horas	Interseção a Ré	EL6 e EL7
		Interseção a Vante	EL5
		Nivelamento Trigonométrico	EL5, EL6 e EL7.

Quadro 1: Resumo das cinco campanhas de medição com relação a determinação dos pontos de referência. FONTE: Araújo; Seixas (2013).

Campo de Pontos de Referência	Campo de Pontos-Objeto/Pavimentos Observados
EC1, EC2, EC3 e EL1	Quinto, Sexto e Sétimo.
EC1, EC2, EC3, EL1 e EL2	Primeiro pavimento até o Sétimo.
EC1, EC2, EC3, EL1, EL2, EL3 e EL4	Primeiro pavimento até o Décimo Quinto.
EC1, EC2, EL1, EL2, EL3 e EL4	Primeiro pavimento até o Vigésimo.
EC3, EL5, EL6 e EL7	Primeiro pavimento até o Vigésimo Terceiro.

Quadro 2: Resumo das cinco campanhas de medição com relação a determinação do campo de pontos-objeto. FONTE: Araújo; Seixas (2013).

A Figura 6 mostra o estado da edificação nas diferentes épocas de medições.



Figura 6 – Estado da edificação, nas diferentes épocas das campanhas de medição. FONTE: Araújo; Seixas (2013).

As dificuldades em campo foram diversas, pode-se citar: Movimentação excessiva de pedestres na área, a falta de intervisibilidade entre os prismas por razão de grande fluxo de caminhões passando na área. Problemas com respeito ao apoio logístico, falta do equipamento denominado ocular de cotovelo, ocorreram também problema no vértice EC1, onde estava localizada a Estação Total uns dos varredores da rua bateu no tripé acarretando a descentralização do equipamento, quantidade mínima de pessoas em campo, na quarta e quinta campanha.

- **Procedimento e análises dos resultados**

Neste trabalho o *software* Matlab versão 9.0 foi utilizado para o cálculo de métodos topográficos/geodésicos de medição como, interseção a ré por meio de medição de direção, método de transformação de similaridade entre coordenadas e método de levantamento planialtimétrico a partir de três distâncias e três pontos conhecidos.

O programa Excel foi utilizado para o cálculo das médias das observações, como também para o cálculo tradicional da poligonal, o método de interseção a vante, o método de nivelamento trigonométrico e método de interseção a vante. O ajustamento pelo MMQ modelo paramétrico do método de interseção a vante também foi calculado no Excel.

No *software* AstGeoTop fez-se os cálculos do ajustamento da poligonal pelo Método dos Mínimos Quadrados (MMQ) utilizando o modelo paramétrico.

- **Poligonação com centragem forçada**

Para o processamento da poligonal fechada com centragem forçada foi considerado o vértice EC1 como fixo definido em um Sistema Topográfico Local arbitrário, (100,000m;100,000m; 0,000m) onde o eixo Y definido no alinhamento do vértice EC1 para o vértice EC2.

Neste programa é possível ajustar uma poligonal fechada pelo Método Tradicional e pelo Método dos Mínimos Quadrados - modelo paramétrico.

Ressalta-se que a poligonal foi processada no sentido anti-horário a partir dos ângulos horários e distâncias horizontais das médias das observações realizadas. Para calcular a poligonal foram inseridos pelo usuário os seguintes dados: o desvio padrão angular foi informado o valor de 5", desvio padrão linear de 5mm+5ppm, a classificação da poligonal ficou em classe 2: precisão média, conforme as normas da NBR 13133/1994.

O erro linear obtido pelo processamento no AstGeoTop foi de 0,0023m, o erro angular foi de -00°00'05'', o erro relativo linear (precisão relativa) 1/41170,6657431.

A Figura 7 é um relatório disponibilizado pelo *software* AstGeoTop sobre a poligonal realizada em campo.

CONCLUSÃO APÓS O AJUSTAMENTO - POLIGONAL Poligonal definida pelo usuário
 Fechamento angular : dentro da especificação
 Erro médio em Azimute : dentro da especificação
 Erro de fechamento linear : dentro da especificação
 Erro relativo linear : dentro da especificação
 Erro relativo entre duas estações poligonais : dentro da especificação
 Erro médio em posição : dentro da especificação

PLANILHA COM ELEMENTOS DA POLIGONAL AJUSTADOS

Est.	P.Vis.	Ângulo	Distância	Azimute		Coord. Totais	
				X	Y	X	Y
EC1	EC2	95°46'58,4"	7,249	95°46'52,0"	100,0000	100,0000	
EC2	EC3	74°41'23,5"	43,574	350°28'15,5"	107,2123	99,2698	
EC3	EC1	9°31'38,1"	42,243	179°59'53,6"	99,9987	142,2427	

Perímetro = 93,066 m
 Área = 152,333 m²
 Área = 0,0152333 ha
 Área = 0,0062948 Alq.SP

Figura 7 – Relatório do resultado do processamento da poligonal realizada na área teste 1: Bairro de Casa Amarela. FONTE: ARAÚJO (2013).

A partir das coordenadas determinadas pelo Método da Interseção a Ré por Meio de Medições combinadas de Direções e Distâncias: Método da Estação Livre realizou-se o ajustamento pelo Método dos Mínimos Quadrados utilizando o modelo paramétrico, e também o teste do Qui-Quadrado (χ^2), obtendo a hipótese H_0 ao nível de confiança de 95% para todos os vértices desta campanha. A Tabela 1 apresenta as coordenadas (Z) obtidas nas diferentes campanhas de medição.

Visita	Vértice	X(m)	SIGMA X (m)	Y(m)	SIGMA Y (m)	χ^2
1°Visita	EL1	99,4468	0,0126	127,8812	0,0006	30,75 ≤ 34,8
2°Visita	EL1	98,5683	0,0298	127,0605	0,0022	99,43 > 98,65
2°Visita	EL2	99,4108	0,0014	84,5009	0,0005	15,99 ≤ 30,57
3°Visita	EL1	100,0572	0,0106	79,3576	0,0009	35,76 ≤ 49,64
3°Visita	EL2	109,0352	0,0121	77,7232	0,0011	33,79 ≤ 46,54
3°Visita	EL3	98,6071	0,0153	148,0911	0,0012	18,79 ≤ 19,36
3°Visita	EL4	99,6269	0,0178	153,3475	0,0015	24,40 ≤ 32,04
4°Visita	EL1	100,0667	0,0008	86,2455	0,0003	8,43 ≤ 9,03
4°Visita	EL2	97,4546	0,0170	49,9483	0,0015	23,22 ≤ 24,33
4°Visita	EL3	98,8741	0,0157	45,9413	0,0013	19,22 ≤ 19,84
4°Visita	EL4	98,6829	0,0000	97,2230	0,0000	0,01 ≤ 0,01
5°Visita	EL5	98,6029	0,0004	146,2651	0,0002	0,18 ≤ 0,19
5°Visita	EL6	107,7560	0,0361	165,1816	0,0171	168,80 > 159,01
5°Visita	EL7	108,0745	0,0221	188,5361	0,0023	37,10 ≤ 45,72

Tabela 1 – Coordenadas Planimétricas de todo o campo de pontos de referência. FONTE: ARAÚJO, (2013).

As Tabelas 2 e 3 representam uma pequena amostra dos resultados alcançados deste trabalho para os pontos-objeto. Estes dados se referem a quinta campanha de medição, onde foram medidas hastes metálicas localizadas na face direita do pilar em observação. A Tabela 2 mostra o resultado obtido das coordenadas (X,Y) ajustadas e a Tabela 3 o cálculo de Nivelamento Trigonométrico.

Vértices	Hastes	X (m)	$(\sigma^2) m^2$	Y(m)	$(\sigma^2) m^2$	Teste (χ^2)
EC3/EL5	H31D/ HEL51D	116,3566	0,00048790	118,268649	0,00022114	SIM
EC3/EL5	H32D/ HEL52D	116,3793	0,00024524	118,283558	0,0001116	SIM
EC3/EL5	H33D/ HEL53D	116,3274	0,00049416	118,312487	0,00022391	SIM
EC3/EL5	H34D/ HEL54D	115,6088	0,00879386	118,787131	0,00397221	NÃO
EC3/EL5	H35D/ HEL55D	116,2542	0,00049408	118,370739	0,00022298	SIM
EC3/EL5	H36D/ HEL56D	116,2815	0,00049533	118,364636	0,00022414	SIM
EC3/EL5	H37D/ HEL57D	116,2076	0,00049999	118,425645	0,00022534	SIM
EC3/EL5	H38D/ HEL538D	116,1976	0,00049811	118,440329	0,0002245	SIM
EC3/EL5	H39D/ HEL59D	116,3829	0,00048448	118,224983	0,00021956	SIM
EC3/EL5	H310D/ HEL510D	116,2993	0,00048094	118,177780	0,00021513	SIM
EC3/EL5	H311D/ HEL511D	116,3474	0,00047745	118,158121	0,00021445	SIM
EC3/EL5	H312D/ HEL512D	116,3449	0,00048739	118,251758	0,00022032	SIM
EL6/EL7	HEL613D/HEL713D	116,3404	0,00021385	118,293087	1,9915E-05	SIM
EL6/EL7	HEL614D/HEL714D	116,3788	0,00026963	118,236417	2,5236E-05	SIM
EL6/EL7	HEL615D/HEL715D	116,2879	0,00118220	118,263751	0,00011016	NÃO
EL6/EL7	HEL616D/HEL716D	116,3823	0,00021707	118,265323	2,0293E-05	SIM
EL6/EL7	HEL617D/HEL717D	116,3631	0,00023619	118,225804	2,2066E-05	SIM
EL6/EL7	HEL618D/HEL718D	116,4096	0,00079158	118,121569	7,405E-05	SIM
EL6/EL7	HEL619D/HEL719D	116,3835	0,00039739	118,092025	3,7159E-05	SIM
EL6/EL7	HEL621D/HEL721D	116,3627	0,00060758	118,184384	5,6877E-05	SIM
EL6/EL7	HEL622D/HEL722D	116,3964	0,00021294	118,128748	1,9952E-05	SIM

Tabela 2: Coordenadas X e Y ajustadas e respectivos desvios-padrão. FONTE: Araújo; Seixas (2013).

Hastes	Z(m)	Hastes	Z(m)	Diferenças (m)
H31D	7,1703376653	HEL51D	7,1734907862	-0,003153121
H32D	10,0789783478	HEL52D	10,0812913268	-0,00231298
H33D	12,9737583995	HEL53D	12,9801135538	-0,00635516
H34D	15,8496424277	HEL54D	15,8599469653	-0,01030454
H35D	18,7837188450	HEL55D	18,7982867940	-0,01456795
H36D	21,6790716941	HEL56D	21,6953494163	-0,01627772
H37D	24,5431206899	HEL57D	24,5651385069	-0,02201782
H38D	27,4510526367	HEL538D	27,4746422602	-0,02358963
H39D	30,5975849056	HEL59D	30,5954525343	0,00213237
H310D	33,5561105029	HEL510D	33,5543741232	0,00173638
H311D	36,4703146811	HEL511D	36,4618320169	0,00848267
H312D	39,3154147890	HEL512D	39,3166089353	-0,00119415
HEL613D	42,2168188	HEL713D	42,23689339	-0,02007459
HEL614D	45,14219313	HEL714D	45,13130368	0,01088945
HEL615D	48,07312779	HEL715D	48,08839236	-0,01526457
HEL616D	51,02370093	HEL716D	51,02693741	-0,00323648
HEL617D	53,93023763	HEL717D	53,92701051	0,00322712
HEL618D	57,00676117	HEL718D	56,96446289	0,04229828
HEL619D	59,92239218	HEL719D	59,8695839	0,05280828
HEL621D	65,72192612	HEL721D	65,6949504	0,02697572
HEL622D	68,66511752	HEL722D	68,6284492	0,03666832

Tabela 3: Coordenadas Z e suas diferenças. FONTE: Araújo; Seixas (2013).

4 CONCLUSÕES

Este trabalho tem uma abordagem teórico-prática de uma metodologia adotada para a definição de pontos-objeto a partir de pontos de referência, tais pontos-objeto estão distribuídos ao longo de um pilar de uma edificação predial de 31 pavimentos em construção.

Com os dados apresentado nas Tabelas 1, 2 e 3, confirma que a metodologia adotada para o controle geométrico de pilares utilizando pontos de referência distribuídos no terreno e com a determinação de pontos-objeto, pode ser bem sucedida no contexto de construção de edificações prediais de grande porte.

AGRADECIMENTOS

À PROPESQ/UFPE pela oportunidade e pela bolsa de pesquisa concedida através do edital nº 01/2011; ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação pelo recurso disponibilizado e ao LATOP pela instrumentalização utilizada neste trabalho.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13133: **EXECUÇÃO DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO**. 1994.

ARAÚJO, A I Paz de. Dissertação de Mestrado: **GEODÉSIA APLICADA AOS ESTUDOS DE VERTICALIZAÇÃO PREDIAL DE GRANDE PORTE**. Pós- Graduação de Ciências Geodésica e Tecnologias da Geoinformação. Recife, 2013.

ARAÚJO, A I Paz de; SEIXAS, A de. **CONCEITO DE CAMPO DE PONTOS APLICADO NO LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO DE UM PILAR DE UMA EDIFICAÇÃO PREDIAL DE 31 PAVIMENTOS EM CONSTRUÇÃO**. CBCG; Curitiba. 2013.

CARDOSO, P. J. C. **Determinação Controlada de Deslocamentos Verticais de Pontos com Linha de Base GPS de 425 metros de Extensão**. Dissertação de Mestrado, Recife: Universidade Federal de Pernambuco. Departamento de Engenharia Cartográfica. 2005.

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. Pós- Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife, Pernambuco. 2008.

GARNÉS, S. J. A; **Programa AstGeoTop**. *Software* de cálculo, Universidade Federal de Pernambuco- Recife, Brasil. Versão 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (Brasil). **Especificações e normas gerais para levantamento geodésicos**: coletânea das normas vigentes. Rio de Janeiro, 1998.

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

KAHMEN, H. *Vermessungskunde*. Aufl. 19. De Gruyter. 1997.

SEIXAS, A de., PACHECO, A. P., VEIGA, L. A. K., SANTOS, D. P., FAGGION, P. L. **Uma Abordagem Geodésica de Técnicas Ópticas de Medição Tridimensional para Determinação e Transporte de Alturas em Áreas de Risco**. UFPE. Boletim de Ciências Geodésicas. Universidade Federal do Paraná. 2007.

SEIXAS, A de. **Sistema de Medição Polar à Base de Teodolitos e Definição do Método das Linhas de Grade**. Revista Brasileira de Cartografia. 2004.

SILVA, T. F.; DE SEIXAS, A.; ROMÃO, V. M. C. **Conceituação de Campos de Pontos na Medida de Deformação de Objetos**. Universidade Federal de Pernambuco, I SIMGEO. Recife. Pernambuco. 2004.