

Levantamentos Externos e Internos de Edificações – Uma Solução Fotogramétrica

Topo-Cart. Mario Gardiol¹
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Philips²

¹ Mestrando em Engenharia Civil – UFSC
Pasaje Suarez 2631 – 3000
Santa Fé - Argentina
✉ mgardiol@usa.net

² Universidade Federal de Santa Catarina
Departamento da Engenharia Civil - Ciências Geodésicas
88034-550 Florianópolis SC
✉ philips@ecv.ufsc.br

Conteúdo	
	1 Introdução
	2 Objetivo da pesquisa
	3 Áreas de estudo
	4 Método e equipamento empregado
	4.1 Levantamento topográfico
	4.1.1 Determinação das poligonais externas e internas
	4.1.2 Localização e levantamento dos pontos de controle
	4.2 Levantamento fotográfico
	4.3 Restituição fotogramétrica com Photomodeler
	5 Análise do procedimento
	6 Recomendações e conclusões
	7 Bibliografia

Resumo: A fotogrametria a curta distância tem um grande campo de aplicações pois possibilita fazer medições rápidas, completas e precisas e também, por ser uma técnica de não-contato com o objeto medido, é empregada na arquitetura e fundamentalmente no campo da documentação de monumentos e herança cultural. Muitos desses trabalhos exigem diferentes níveis de precisão e homogeneidade geométrica segundo o objetivo final do trabalho. Não obstante, ao fazer os levantamentos externos e internos de prédios se têm dificuldades no relacionamento geométrico de ambos levantamentos. Este documento apresenta a pesquisa desenvolvida no âmbito da dissertação de pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), tendo como objetivo analisar o método de levantamento fotogramétrico aplicado ao interior e exterior de prédios e estabelecer um procedimento e precauções a ter em conta no levantamento, com a finalidade de se obter uma boa homogeneidade geométrica entre a geometria interna e externa do prédio.

Palavras chave: fotogrametria arquitetural, geometria externa e interna, homogeneidade.

1 Introdução

Os arquitetos, engenheiros civis, especialistas em planejamento e conservação, entre outros, requerem de uma grande quantidade de medições precisas, onde se incluem geralmente o exterior e interior das edificações com todos os detalhes importantes (BLACHUT et al., 1979).

Estas medições, não somente exigem que se tenha uma precisão adequada relacionada ao objetivo do estudo, mas também que em conjunto se tenha uma precisão uniforme. MONTI et al. (1999), especificam que no planejamento da restauração do palácio della Ragione em Itália, foi bastante complexo; devido à distribuição dos espaços interiores do edifício e a complexidade dos elementos arquitetônicos (estruturais e decorativo) se determinou que o estudo não se realize como uma soma das partes singulares, mas de uma maneira global garantindo uma precisão uniforme na documentação e um aspecto homogêneo na representação do mesmo.

Dentro das diferentes ferramentas empregadas para o levantamento da informação se encontra a fotogrametria, que segundo SILVA e DALMOLIN (1998), "tem a característica da seletividade e homogeneidade, o qual aumenta a qualidade e confiabilidade da informação; pois todos os pontos, elementos e detalhes são extraídos das imagens com a mesma precisão, sem hierarquização de importância ou precisão".

Ao planejar um levantamento fotogramétrico externo de um edifício é preciso determinar um método adequado para o relacionamento das coordenadas X, Y e Z dos pontos de controle localizados nas diferentes partes do edifício. Quando o levantamento inclui partes internas da edificação, também, deverão ser relacionado os pontos de controle internos com os externos.

A precisão da informação obtida na fotogrametria está diretamente relacionada com o nível de precisão na determinação da localização dos pontos de controle. E dita localização dos pontos de controle externos e internos, influirão homogeneamente na precisão de todo o edifício a levantar.

Então, se pode afirmar, que nas distintas situações onde se precisa obter informação com homogeneidade geométrica, por exemplo: em um SIG predial, é fundamental estabelecer um procedimento adequado no levantamento interno e externo de edifícios; como também, especificar as precauções que devem ser levadas em conta no mesmo, para obter uma precisão igual em todo o modelo em 3D.

Esta pesquisa desenvolvida no âmbito da dissertação de pós-graduação em Engenharia Civil da UFSC, surgiu no contexto do programa PROBAL (convenio com a Deutscher Akademischer Austauschdienst - DAAD - e com a Coordenação Brasileira de

Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior - CAPAS), em desenvolvimento desde 1994, aonde um dos objetivos é a criação de um modelo e do sistema de informação do campus para que contribua no planejamento da universidade.

2 Objetivo da pesquisa

Esta pesquisa tem como objetivo analisar o método de levantamento fotogramétrico aplicado ao interior e exterior de edifícios, para o estabelecimento de um procedimento e precauções a serem tomadas no levantamento, com o fim de que se obtenha uma boa homogeneidade geométrica entre a geometria interna e externa do edifício.

Pode-se considerar que a mesma tem os seguintes pontos específicos a desenvolver:

- Estabelecer um procedimento que permita obter uma boa homogeneidade dos dados geométricos, aplicado no relacionamento dos levantamentos fotogramétricos externos e internos de edifícios.
- Determinar as precauções ou cuidados a ter em conta no levantamento de dados e processamento dos mesmos.
- Analisar as características dos equipamentos topográficos, fotográficos e de computação empregados no levantamento e processamento, estabelecendo as vantagens e desvantagens dos mesmos.
- Estimar a precisão entre a conexão da parte externa e interna do edifício.

3 Áreas de estudo

O Estado de Santa Catarina localiza-se na região sul da República Federativa do Brasil e tem uma área de 95.483 km². Sua capital é Florianópolis, que esta localizada geograficamente na ilha de Santa Catarina, abrangendo parte do litoral.

A Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) esta localizada na ilha de Santa Catarina, seu campus universitário tem uma superfície de aproximadamente 1.020.769 m², e está situado no bairro Trindade.

Dentro dos limites do campus se encontram distribuídas muitas edificações, e especificamente para o desenvolvimento desta pesquisa se adotou o novo edifício da Engenharia Civil que se encontra localizado no setor leste do campus.

Esta edificação limita ao norte com a prefeitura e o horto-florestal da mesma, ao sul com a rua João Pio Duarte Silva, ao leste com a rua interna do campus chamada Biotério, o Sindicato dos Trabalhadores da UFSC (SINTUFSC) e o edifício da Engenharia Química, e ao oeste com o edifício designado ao Projeto Larus e ao ETUSC.

Foram estabelecidas as quatro áreas seguintes :

1. Á1 – parte exterior do edifício, correspondendo os três lados da ala C e lado norte do bloco de ligação.
2. Área 2 - escada de comunicação do térreo com o primeiro andar, do lado oeste.
3. Área 3 – hall de ligação entre as alas C e D do edifício, no primeiro andar.
4. Á4 – escritório principal e conjunto de escritórios pertencentes ao Laboratório de Fotogrametria, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, localizados na ala C (oeste) no primeiro andar.

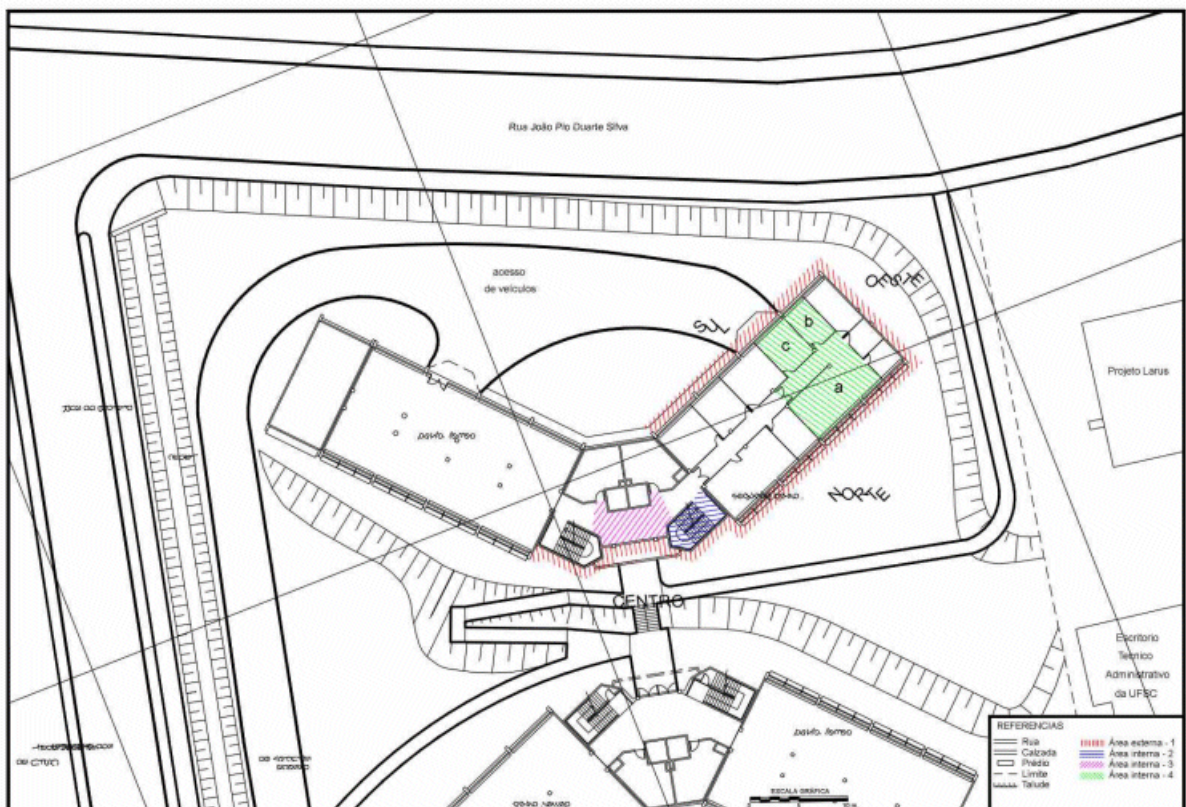


Fig. 1 : Localização das áreas de estudo.

4 Método e equipamento empregado

O equipamento e materiais empregados na pesquisa, foram:

- Estação total TOPCON GTS-211D e acessórios (tripé da estação, prisma, bastão do prisma);
- Nível ZEISS Ni 40 e acessórios (tripé do nível, miras de alumínio dobradiças ou de madeira);
- Trena de aço (50 m.) e trena de plástico (10 m.);
- Balizas;
- Marcos (de concreto, de aço e pregos).
- Câmara fotográfica OLYMPUS Camedia C-820L (digital, não métrica);
- Alvos de 7 cm. e 18 cm. de diâmetro (impressos em papel de 240 gramas) e fita adesiva;
- Computador;
- Utilitário de comunicação – Versão 1.6 (transfere dados da estação total ao computador);
- TopoGRAPH – Versão 3.1 (processa e calcula dados topográficos);
- Geod – Versão 3.02 (calcula os pontos geodésicos e administração de coordenadas);
- Olympus Digital Vision – Versão 3.1 (transfere fotografias da câmara ao computador);
- Photomodeler Pro 3.1 (extrai medições e modelos em 3D desde fotografias);
- AutoCAD 14 (ferramenta de desenho);
- Aetra – Versão 2.0 (calcula parâmetros de ajuste para a transformação de similaridade com pontos idênticos estocásticos);
- Plano do Campus Universitário;
- Plantas do edifício da Engenharia Civil, Bloco U.

4.1 Levantamento topográfico

O objetivo do levantamento topográfico era determinar as coordenadas geométricas dos diferentes pontos de controle que seriam distribuídos na parte exterior e interior do edifício, os quais deviam estar correlacionados geometricamente.

Portanto, era necessário definir uma poligonal externa ao edifício e poligonais internas que permitam a inter-relação dos diferentes pontos de controle distribuídos pelas áreas de estudo, onde cada vértice das poligonais deveria ter suas coordenadas X, Y e Z.

Para a definição das características da execução do levantamento topográfico e classificação dos instrumentos topográficos a empregar, se determinou a utilização das normas estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 13.133. Analisando as características do levantamento a executar se determinou que o levantamento se ajustava na classe II PRC, da rede de referência cadastral municipal

TABELA 1 : Rede de referência cadastral municipal – poligonais, classe II PRC.

METODOLOGIA	Angular	Método das direções duas séries de leituras conjugadas direta e inversa, horizontal e vertical. Teodolito classe 2.
	Linear	Leituras recíprocas (vante e ré) com distanciômetro eletrônico classe 1 ou medidas com trena aferida e aplicação de correções de dilatação, tensão, catenária e redução ao horizonte.
DESENVOLVIMENTO	Extensão máxima (L)	650 m.
	Lado mínimo (d_{\min})	40 m.
	Lado médio ($d_{\text{méd}}$):	>_ 80 m
	Número máximo de vértices (N):	9
NIVELAMENTO GEOMÉTRICO DOS VÉRTICES		20 mm vK (II N)
MATERIALIZAÇÃO		Marcos ou pinos

Analisando o Quadro 1, pode-se observar que é determinado que no nivelamento geométrico dos vértices deve empregar-se a classe II N, do nivelamento de linhas ou circuitos ou seções. Aonde a metodologia a empregar é a seguinte: "nivelamento geométrico a ser executado com nível de classe 2, utilizando miras dobráveis, centimétricas, devidamente aferidas, providas de prumo esférico, leitura do fio médio, ida e volta ou circuito fechado, com pontos de segurança a cada dois km., no máximo".

E com respeito as característica do instrumental topográfico, no Quadro 1, se determina a classe do teodolito a empregar (classe 2); a classe do nível a empregar e a classe 2. O instrumental anteriormente citado para o desenvolvimento desta pesquisa se classifica dentro das características.

4.1.1 Determinação das poligonais externas e internas

O primeiro a ser feito, foi o reconhecimento das características construtivas externas do edifício e da distribuição das áreas internas, como também das características topográficas e do solo, no redor ao edifício.

Analisando, uma distribuição aproximada dos pontos de controle que permitam o levantamento das características principais do exterior e interior do edifício, se determinou que cada uma das fachadas da construção deveria ser levantada por meio de duas

estações instrumentais e em cada área ou setor de estudo seriam necessárias no mínimo quatro estações para o levantamento dos pontos de controle; no caso especial da escada, se empregariam os mesmos vértices da poligonal como estações instrumentais. A principal preocupação na localização da estação instrumental foi que ela deveria permitir o levantamento dos pontos de controle por meio de uma adequada intersecção de visada, já que isto teria influência na determinação da precisão dos pontos de controle.

Considerando que as estações instrumentais, deveriam estar incorporadas no traçado da poligonal se planejou e demarcou uma poligonal externa fechada ao redor do edifício e três poligonais internas (A, B e C). Na demarcação exterior se empregaram marcos de concreto, pinos e pregos de aço; e no interior somente pregos de aço.

Logo, se realizaram as medições das poligonais, segundo a metodologia estabelecida pelas normas de ABNT, e os dados obtidos foram processados no software TopoGRAF; determinando-se para o processamento um sistema de coordenadas locais.

Para a determinação das coordenadas das estações instrumentais, se empregaram os métodos de alinhamento e ortogonal. Estes métodos se baseiam em dois vértices de uma poligonal cujos erros foram distribuídos, ou seja que seus valores têm a mesma precisão, e ao fazer medições a outros pontos (as estações instrumentais) com um mesmo instrumento; permiti-se calcular o valor das coordenadas destes pontos tendo em conta o princípio de vizinhança, ou seja obtendo um valor homogêneo ou com a mesma precisão que os da poligonal.

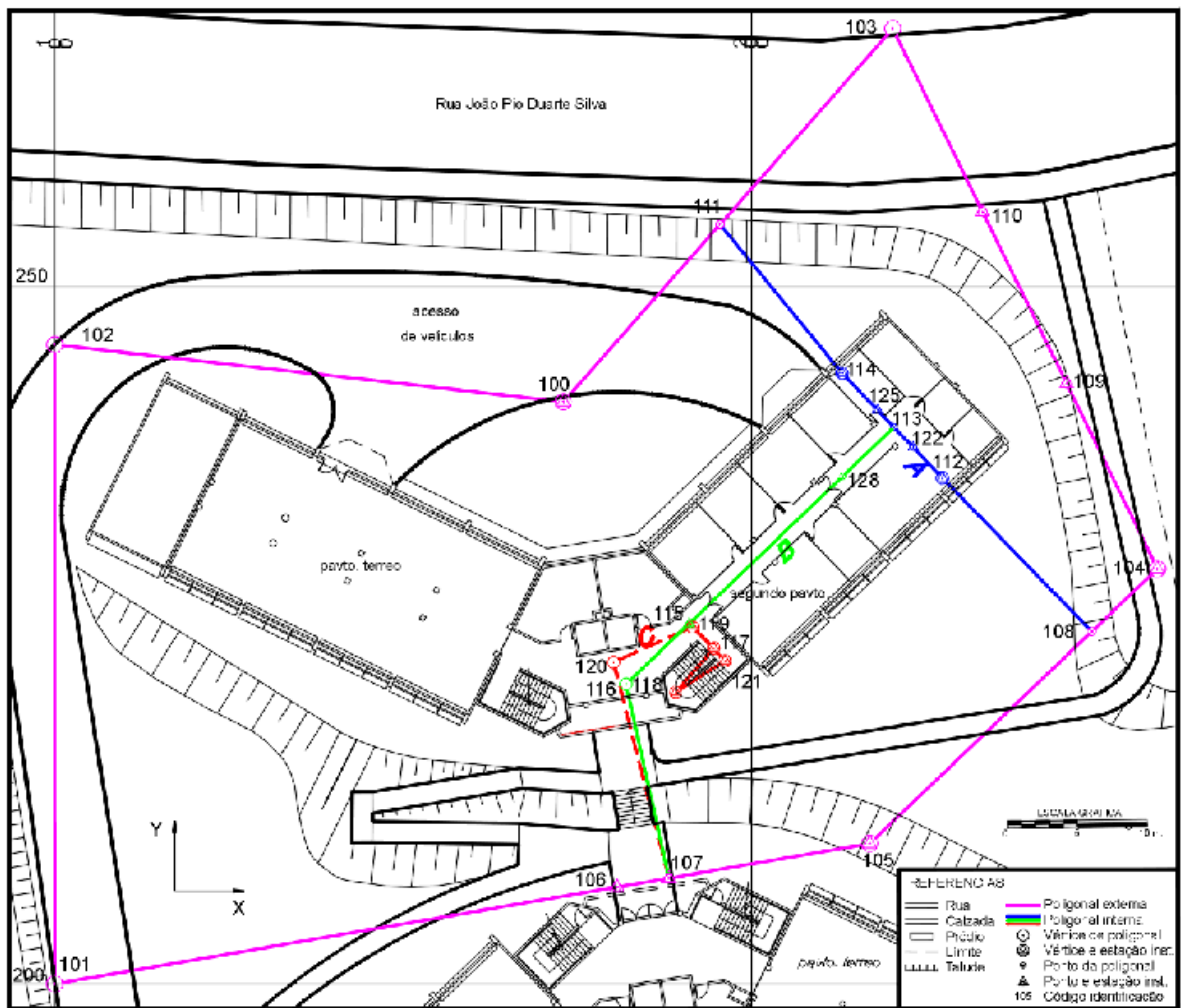


Fig. 2 : Localização das poligonais externas e internas e estações instrumentais.

Finalmente, se fez o nivelamento geométrico dos vértices e pontos demarcados, e se realizou uma lista de coordenadas X, Y e Z.

4.1.2 Localização e levantamento dos pontos de controle

Primeiramente, foram feitos diferentes desenhos e tamanho de alvos, os quais serão testados por meio da câmara digital, com tomadas a diferentes distancias no interior e exterior do edifício, para determinar qual deles tinha uma melhor qualidade de visualização e definição no software de restituição (Photomodeler). Definido o desenho e tamanho se procedeu à impressão dos mesmos.

Considerando, que o objetivo não era fazer uma restituição detalhada no exterior do edifício, se planejou uma distribuição homogênea dos pontos de controle em todas as fachadas a levantar, e aonde foi dificultosa a localização dos mesmos, determinaram-se pontos naturais da edificação que sejam bem definidos.

No interior, se analisaram as características construtivas das três áreas a levantar, e tendo em conta a área de visada da câmara digital, se estabeleceu a localização dos alvos com a distribuição mais homogênea possível em todas as paredes das áreas; tratando que dita localização permitira o registro dos vértices superiores e inferiores das habitações, características destacadas no prédio (por exemplo: colunas) e a maior superfície das paredes correspondidas entre o teto e o chão. No caso da Área 4, a localização dos alvos e a superfície a levantar estiveram limitadas pela distribuição dos móveis e equipamentos existentes nos diferentes setores.

Feita a colocação total dos alvos, no exterior e interior, se fez um croqui da localização e identificação dos mesmos em cada uma das áreas.

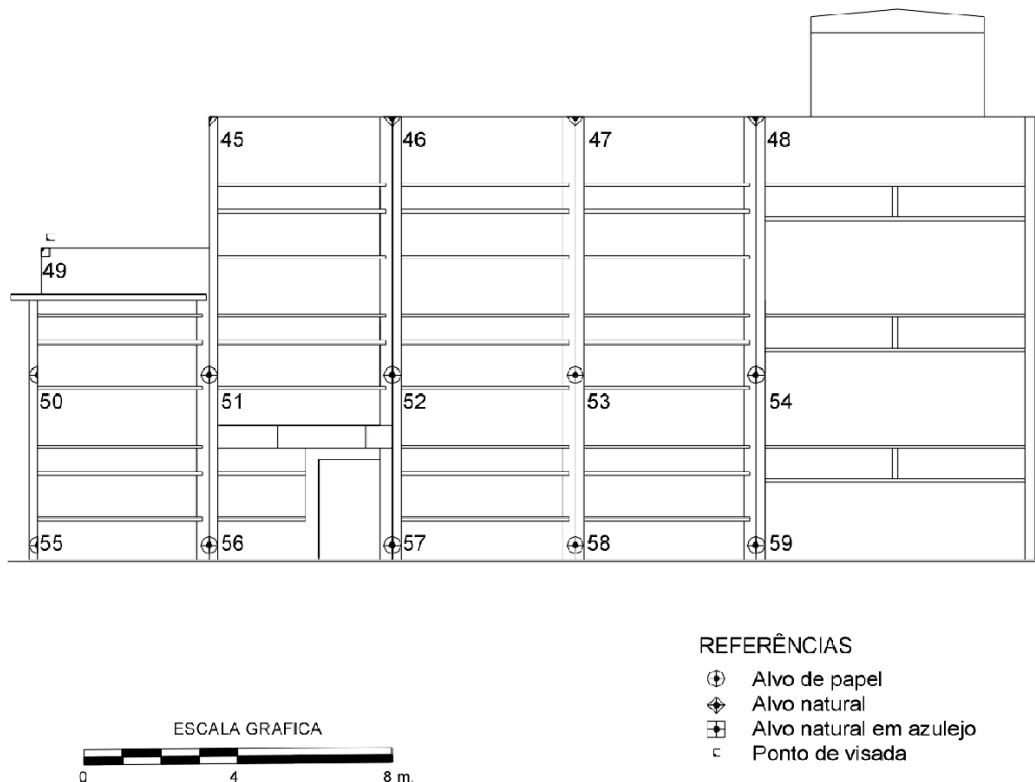


Fig. 3 : Croqui de localização e identificação dos pontos de controle.

Para a determinação das coordenadas dos pontos de controle, se empregou o método de intersecção direta com duas visadas. Portanto para um dos lados das salas ou Áreas foram utilizadas duas estações instrumentais.

O procedimento foi: posicionar a estação total no primeiro ponto ou vértice, medir a altura do aparelho, tomar os ângulos às estações vizinhas e os ângulos a cada alvo e depois posicionar a estação no segundo ponto ou vértice, e proceder da mesma forma. Nos casos onde a visualização dos pontos ou vértices das estações vizinhas na medição dos ângulos não podia concretizar-se devido à presença de móveis, teve que se empregar um suporte para baliza com um prumo de cordão.

Para o cálculo das coordenadas se empregou o software Geod, desenvolvido pelo Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung da Universidade de Karlsruhe (Alemanha). Este programa oferece as coordenadas X e Y dos alvos, a coordenada Z desde a primeira estação, a coordenada Z desde a segunda estação, o ângulo formado pelas duas visadas e também alguma anotação ou detalhe dos dados.

Com respeito à precisão no levantamento geométrico dos pontos de controle, segundo DALLAS (1990), quando são observados por intersecção de teodolitos desde as estações de medição, a diferença nos valores de altitude entre a estação da esquerda e da direita não deverão exceder os 5 mm.

4.2 Levantamento fotográfico

Para o levantamento fotográfico se empregou a câmara digital OLYMPUS Camedia C-820L, por esta não ser uma câmara métrica, se teve que fazer a calibração da mesma. Para isso, se utilizou o software Camera Calibrator 3.1, que integra o conjunto de softwares do Photomodeler.

No manual do software Photomodeler, aconselha obter como mínimo a imagem de um alvo em três fotografias para conseguir uma boa qualidade geométrica e esta qualidade aumenta quando tem uma demarcação do mesmo ponto em uma maior quantidade de fotografias.

Tendo em conta a distribuição dos pontos de controle no exterior, se fez um planejamento dos setores a fotografar, onde em cada setor seriam tomadas três fotografias, uma perpendicular e uma oblíqua da esquerda e outra oblíqua da direita. Na fachada central se determinaram três setores, na fachada norte e sul quatro setores e na fachada oeste um setor.

No interior, antes de começar a realizar as tomadas fotográficas se observou as características construtivas das diferentes áreas internas (localização de janelas e portas), já que estas características influiriam na porcentagem de ingresso da iluminação natural, e isto determinaria o emprego ou não da iluminação artificial.

Depois de realizada a cobertura fotográfica total do edifício (202 fotografias), se fez um croqui de localização e identificação das diferentes tomadas. A transferência das imagens para o computador foi feita por meio do software Olympus Digital Vision.

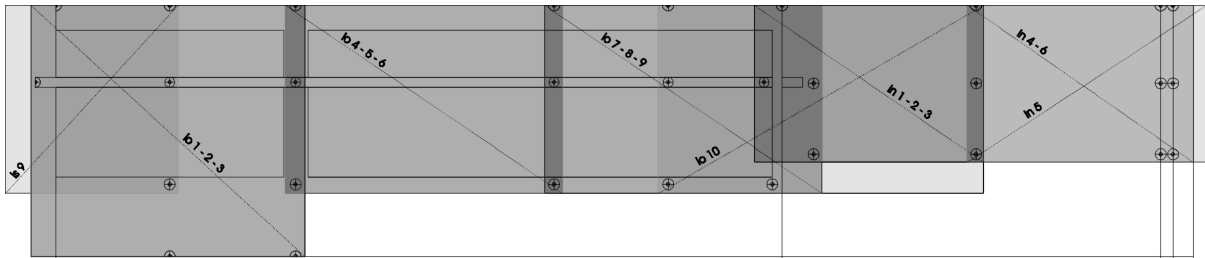


Fig. 4 : Croqui de localização e identificação das fotografias.

Devido à quantidade de fotografias e semelhança entre elas, se estabeleceram pastas para cada uma das áreas e se criou um código de identificação individual de cada fotografia. Na identificação se determinou empregar o seguinte código, por exemplo: HN10, onde H representa a Área 3 (hall), N parede norte e 10 o número de ordem de tomada.

4.3 Restituição fotogramétrica com Photomodeler

Antes de começar a restituição se determinou que seriam restituídos unicamente os pontos de controle (sinalizados com alvos ou pontos naturais) localizados nas diferentes áreas e pontos auxiliares, já que o objetivo principal da restituição era a obtenção de um arquivo com coordenadas X, Y e Z dos pontos de controle e não um modelo de linhas em 3D de cada área. Para isso se gerariam seis projetos de restituição relacionados a cada uma das áreas e setores de estudo.

O primeiro passo foi a criação do projeto, onde foram incorporados os seguintes dados: tamanho aproximado do projeto, unidade de trabalho, características da câmara empregada, resolução da câmara, e parâmetros internos da câmara. Os parâmetros internos da câmara foram obtidos do arquivo de calibração da mesma no software Camera Calibrator 3.1.

Selecionadas e importadas as primeiras três fotografias (perpendicular e duas oblíquas) que contenham os mesmos pontos de controle, se começou a demarcar os pontos de controle e pontos auxiliares em uma das fotografias que logo foram correlacionados as duas fotografias restantes.

Ao realizar o processamento dos pontos marcados se apresentava um quadro que estabelecia o potencial de precisão do projeto, baseando-se na qualidade global, qualidade das fotografias e dos pontos. Esse potencial de precisão é estimado em valores de 1 (mínimo) até 5 (máximo), no caso em que o valor seja 1 ou 2 o quadro oferecerá algumas sugestões para melhorar a precisão. Essas sugestões geralmente estão orientadas para aumentar a densidade e distribuição dos pontos demarcados além de verificar o relacionamento dos pontos nas outras duas fotografias

Concluído o processamento das primeiras três fotografias, se fez a adição de outras três fotografias que tenham alguns pontos de controle ou auxiliares em comum com as fotografias já processadas. Feito o relacionamento dos pontos inicialmente marcados, se demarcaram e correlacionaram os novos pontos, para finalmente processar o projeto de novo.

Este procedimento foi aplicado de forma continua até demarcar todos os pontos de controle e correlacionar os mesmos em todas as fotografias do projeto. Na demarcação dos pontos não se puderam rotar as fotografias que tenham uma orientação vertical, já que essa rotação tem influência na precisão do projeto (isto é esclarecido pelo próprio software).

Concluído o processamento do projeto, se analisaram em uma tabela os dados das coordenadas dos pontos restituídos. Nesta tabela se poderá observar os códigos de identificação dos pontos na restituição, as coordenadas X, Y e Z dos pontos, a precisão e ângulo de abertura dos mesmos.

Para estabelecer a escala do projeto foram escolhidos três pontos, cujas coordenadas foram obtidas dos dados topográficos calculados pelo software Geod.

Posteriormente, o modelo restituído, foi observado em 3D. Na visualização pode-se especificar os elementos a serem observados (pontos, linhas ou superfícies), tamanho dos mesmos, orientação do modelo, além da incorporação de uma fotografia como foto-textura e a localização das estações das câmaras fotográficas.

1	104.18	134.08	40.24	174.50	14.00	7.89	10.15	3.04
2	8.84	13.43	7.10	11.49	3.10	3.03	4.59	2.43
3	7.01	10.61	3.10	13.08	3.10	2.39	3.62	1.06
4-a	3.72	6.78	4.05	8.73	4.30	0.92	1.67	0.99
4-b	8.37	6.78	3.57	11.34	2.80	3.17	2.56	1.35
4-c	8.51	7.45	3.57	11.86	3.20	2.82	2.47	1.18

Observando os valores da quantidade de pixel em cada área, nenhuma das mesmas tem valores em X, Y e Z, iguais o menor a 1 pixel aonde esta situação seria ideal; já que ao ser representado o desvio padrão por um pixel estaria compreendido dentro do limite de resolução da câmara. Examinando os valores calculados da distancia do erro, se pode observar que os valores nas áreas internas estudadas têm valores quase semelhantes, com uma pouca variação o que poderia considerar-se que o levantamento interno foi homogêneo; não obstante, não aconteceu o mesmo no levantamento exterior.

Si analisamos os dados obtidos no primeiro processamento do AETRA na Área 1, que foram empregados para o calculo do desvio padrão na Tabela 2, se observam grandes valores nos resíduos dos pontos que chegam a 0,35 m como máximo, na fachada sul, e vão diminuindo em forma continua (na parede norte) e chegam ao mínimo de 0,055 m na fachada central. Ao retirar-se os pontos que continham maiores valores residuais e processando novamente o arquivo; observou-se que os resíduos de todos os pontos haviam melhorado pero mantendo a relação que na fachada central os resíduos eram menores e aumentavam em forma continua (na parede norte) até chegar ao máximo na fachada sul.

Si tratamos de estimar as possíveis causas dos resultados no exterior, devemos considerar que pôde haver acontecido uma possibilidade de erro no procedimento e maneiio dos instrumentos empregados para a determinação das coordenadas dos pontos de controle na fachada sul. Também, a geometria das visadas aos pontos de controle e o método de calculo empregado pelo software Geod, podem haver influenciado na precisão dos cálculos das coordenadas.

Na precisão das coordenadas dos mesmos pontos obtidos fotogrametricamente, à configuração das fotografias (em este caso, não existiam fotografias que permitiram a demarcação em forma conjunta de pontos localizados nas diferentes fachadas), a quantidade de fotos, a precisão na localização dos pontos restituídos e o tamanho do objeto restituído; poderia haver influenciado na rigidez do modelo restituído. Não obstante, o aumento em forma continua dos erros residuais expressados anteriormente, dão a estimar a possibilidade da presença de algum erro sistemático.

As possíveis proposta para melhorar os resultados seriam:

- fazer um levantamento topográfico com um instrumento de maior precisão (classe 1);
- aumentar a conexão externa-interna das poligonais;
- fazer o levantamento dos pontos de controle por trisseção; ou seja, visar o mesmo ponto desde três estações instrumentais;
- realizar as tomadas fotográficas com o emprego de uma câmara de maior resolução;
- fazer um ajustamento global (3D) de todos os pontos levantados topograficamente.

6 Recomendações e conclusões

O objetivo da pesquisa era analisar o método de levantamento fotogramétrico aplicado ao interior e exterior de edifícios, e estabelecer um procedimento e precauções a ter em conta no levantamento, com o fim de que se obtenha uma boa homogeneidade geométrica entre a parte interna e externa de uma edificação.

Para isso, se determinou empregar procedimentos simples e equipamentos versáteis e de menor custo, o que permitiriam uma maior acessibilidade aos profissionais das diferentes áreas temáticas que se encontram interessados na aplicação de procedimentos fotogramétricos.

Concretamente, o método desenvolvimento da pesquisa, não permitiu obter dados homogêneos entre a parte externa e interna. Não obstante, nas diferentes áreas internas si se logrou um levantamento homogêneo e com uma precisão aproximada de 11 mm, o que permitiria determinar que o procedimento poderia ser empregado em situações onde se quer obter uma informação generalizada da edificação ou também, em outras áreas temáticas, como ser: atividades arqueológicas, mineira, construção de túneis, etc, onde poderia ser empregado com maior comodidade.

Esta experiência ratifica a importância de: planejar e executar com muito cuidado o levantamento das poligonais internas e externas, das estações instrumentais e dos pontos de controle; estabelecer diferentes métodos de controle que permitam descobrir erros cometidos no mesmo; planejar a adequada cobertura do objeto a restituir e demarcando cuidadosamente os pontos restituídos. Já que todas estas medidas têm influencia na precisão do levantamento.

Com respeito ao equipamento empregado, pode determinar-se que ao empregar-se uma estação total permite o armazenamento de uma grande quantidade de dados; a câmara digital OLYMPUS Camedia C-820L é versátil e econômica. não obstante, para determinados trabalhos o registro de alta resolução que oferece é baixo; e o software Photomodeler é versátil e econômico, mas não tem ferramentas que permitam a restituição de objetos curvados ou com características especiais.

Deveriam fazer-se uma serie de experiências, por exemplo: fazer o levantamento fotográfico com uma câmara que registra em filme, fazer o levantamento topográfico com um instrumento de maior precisão, empregar outras medidas de controle, entre outras. Para poder estimar qual seria a melhor solução para o levantamento fotogramétrico externo e interno de uma edificação, com o emprego de procedimentos e equipamento acessíveis, e que contemplem resultados homogêneos na relação externa-interna.

7 Bibliografia

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Execução de levantamento topográfico**, NBR 13.133. Rio de Janeiro, 1994.

2. BANNISTER, A. ; RAYMOND, S. ; BAKER, R. **Surveying**. 6. ed. London: Longman Scientific & Technical, 1992.
3. BLACHUT, T. ; CHRZANOWSKI, A ; SAASTAMOINEN, J. **Cartografía y levantamientos urbanos**. Canada: Springer-Verlag New York inc., 1979.
4. BORGES, M. ; BORGES, P. **Aplicações práticas da fotogrametria arquitetural na documentação de edifícios e cidades históricas, para uso efetivo por arquitetos e planejadores urbanos, restauradores e historiadores**. In: CIPA INTERNACIONAL SYMPOSIUM. (17. : 1999 : Recife/Olinda) Anais. Recife/Olinda, 1999.
5. DALLAS, R. **Architectural and archaeological photogrammetry**. In: ATKINSON, K. **Close range photogrammetry and machine vision**. Scotland: Whittles Publishing, 1996.
6. SYSTEMS INC, **Photodeler Pro** – user manual (version 3.0). 11. ed. Canada, 1997.
7. GOMES, C. ; PRADO, W. ; ERWES H. ; KOATZ G. **Um projeto fotogramétrico no Brasil: a utilização do software PhotoModeler**. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA. (19. : 1999 : Recife/Olinda) Anais. Recife/Olinda, 1999. b
8. JORDAN, W. **Tratado general de topografía**. 4ª tirada Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1974.
9. KISSAM, P. **Topografía para ingenieros**. Londres: Libros Mc. Graw-Hill (editado em espanhol), 1967.
10. MONTI, C. ; GUERRA, F. ; BALLETTI, C. ; GALEAZZO, G. **The survey of the palazzo della ragione in Padova**. In: CIPA INTERNACIONAL SYMPOSIUM. (17. : 1999 : Recife/Olinda) Anais. Recife/Olinda, 1999.
11. SILVA, S. ; DALMOLIN, Q. **Levantamento fotogramétrico e integração de informações para monumentos arquitetônicos: estado da arte**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TECNICO MULTIFINALITARIO (3. : 1998 : Florianópolis). Anais – COBRAC 98. Florianópolis: 1998.
12. SIMON, L. **Documentação e monitoramento de sítios urbanos históricos com apoio do cadastro técnico multifinalitário e da fotogrametria digital**. Florianópolis, 2000. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina.
13. WALDHÄUSL, P. ; PEIPE, J. **Control information in architectural photogrammetry**. In: CIPA INTERNACIONAL SYMPOSIUM (13. : 1990 : Cracow) Anais. Cracow, 1992.