

Vantagens da monorestituição fotogramétrica no detalhamento de um projeto de restauro

Arq. Silvia S. Yanaga
Prof. Dr. Carlos Loch

UFSC - Depto. de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - POSARQ
88040-900 Florianópolis SC
silvia@yanaga.com.br

UFSC - Depto. de Eng. Civil – Centro Tecnológico
88040-900 Florianópolis SC
loch@ecv.ufsc.br

Resumo: O presente artigo aborda a técnica da Fotogrametria Digital à Curta Distância como uma ferramenta importante de auxílio à proteção do patrimônio arquitetônico. Realizou-se um levantamento com a câmera digital modelo dp3210 da Rollei e o software Rolleimetric MSRPlan para o auxílio a obtenção da geometria da arquitetura de uma edificação histórica e a produção de seu registro gráfico e documental. Esta documentação faz parte de umas das etapas essenciais para a realização de um projeto de restauro. Portanto, esse estudo comprova as principais vantagens da monorestituição fotogramétrica no processo de mensuração e detalhamento gráfico de elementos arquitetônicos.

Palavras-chave: Projeto de restauro, Fotogrametria Digital à Curta Distância, Rollei MSR Plan.

Abstract: The present article approaches the technique of Close Range Photogrametry as an important tool to aid to protect the architectural heritage. A survey using a Rollei digital camera dp3210 and the software Rolleimetric MSRPlan was done to help to get the architecture geometry of a historical construction and the production of graphical document and register. This documentation is part of ones of the essential stage for the accomplishment of a restoration project. Therefore, this research prove the main advantages of the monorestitution application in the measurement process and graphical detailing of architectural elements.

Keywords: Restoration project, Close Range Photogrametry, Rollei MSR Plan.

1 - Introdução

A busca do significado histórico do que o homem é e do que viveu, mesmo através de momentos vividos por seus antepassados e ancestrais, mas que se refletem na realidade e na cultura do presente, faz com que ele sinta a necessidade de encontrar o seu próprio significado através da identificação, preservação e restauração de acervos e monumentos do patrimônio. A cultura pode ainda ser mantida através da educação e do cuidado de preservar hábitos e costumes, porém a edificação não depende somente de cada um, mas de autoridades responsáveis e profissionais especializados. Estes bens arquitetônicos devem ser transformados em monumento, ou relíquia para que sejam testemunhos que autenticam a nação, permitindo percebê-la como uma realidade única, totalizadora.

Dentre as mais diversas categorias de patrimônio histórico, a edificação é a que se encontra mais presente à vida diária de uma comunidade, cumprindo o papel de valorização cultural como um processo de tradição entre as gerações. A preservação de uma edificação histórica em meio à cidade contemporânea, por exemplo, implica não só na diversificação da paisagem urbana, mas ainda na manutenção da memória e identidade do lugar.

O ser humano sente a necessidade de definir, descrever, representar e transmitir o entorno em que o rodeia, tanto de forma literal como gráfica. Isso permitiu e continuará permitindo a obtenção de muitos importantes acontecimentos e descobrimentos da história do homem e a busca de elementos imprescindíveis para a restauração ou a recriação do patrimônio edificado.

Tanto para o projeto da obra futura como para o estudo da existente, necessitam tradicionalmente das representações gráficas do edifício. No Brasil, a grande maioria dos levantamentos documentais arquitetônicos para o registro de patrimônio, para tombamentos ou até mesmo para reformas ou restaurações de edificações, não se utilizam da técnica fotogramétrica, principalmente, por falta de conhecimento sobre suas vantagens e pela ilusão da necessidade de um custo elevado e equipe técnica altamente especializada.

É clara a necessidade da fusão da técnica com o conhecimento de profissionais como arquitetos, engenheiros e restauradores a respeito da Fotogrametria. É uma ferramenta muito importante para a obtenção rápida e precisa de dados essenciais para o planejamento de restauro, para intervenções conscientes e também para a documentação e divulgação de bens patrimoniais e arquitetônicos.

A valorização do patrimônio histórico arquitetônico e a importância de seu registro e preservação é um dos pontos importantes a serem tratados, e para isso, a multidisciplinariedade do estudo a ser realizado através da utilização da Fotogrametria para a aquisição de dados arquitetônicos, mais uma vez, deve servir como incentivo à prática da técnica fotogramétrica por arquitetos e restauradores.

E com o amplo desenvolvimento tecnológico, a digitalização da fotogrametria passou a agilizar e facilitar ainda mais o uso desta técnica, além de contribuir com o surgimento de novos programas computacionais. Empresas especializadas desenvolvem a criação de softwares acessíveis com a diminuição do custo e grau de dificuldade relacionado à praticidade de seu uso. Portanto, comprova-se que o usuário não necessariamente precisa ser um técnico ou possuir conhecimento aprofundado sobre todo o conceito da Fotogrametria para poder realizar um levantamento fotogramétrico de precisão.

O presente trabalho analisa o potencial do software Rolllei MSR Plan na monorestituição fotogramétrica, visando a documentação e preservação do patrimônio Edificado.

2 - Fotogrametria

O maior uso da técnica fotogramétrica para Atkinson (1996) tem sido a representação de fachadas ou levantamento de edificações e estruturas históricas. O produto mais comum é a linha de desenho que delimita a forma arquitetural. Muitos dos estudos e pesquisas requerem o envolvimento de várias disciplinas relacionadas a restauração e conservação.

A Fotogrametria a curta distância compreende um vasto campo de aplicação, tendo como principal alvo objetos, fenômenos e processos que escapam a uma medição direta, ou cuja medição é complexa devido ao número de detalhes a serem levantados. Têm-se como exemplos: objetos que tem uma estrutura complexa ou de medição muito difícil ou perigosa, ou aquelas que oferecem dificuldades por serem muito grandes ou muito pequenas; processos que se desenvolvem de maneiras muito rápidas ou muito lentas; seres vivos em movimento; problemas cuja solução não é possível por um número limitado de medições; etc (SCHWIDEFSK, 1943).

As técnicas de Fotogrametria à curta distância associadas às novas tecnologias de imagens digitais, conforme Coelho et al (1999), representam uma poderosa ferramenta para documentação e descrição de objetos, sendo as metodologias desenvolvidas em cada caso particular, através da análise e controle das variáveis envolvidas.

2.1- Monorestituição

A técnica fotogramétrica aplicada no presente trabalho é a monorestituição, que pressupõe a retificação através de uma única fotografia (figura 1), sendo necessárias informações sobre aspectos geométricos do objeto.

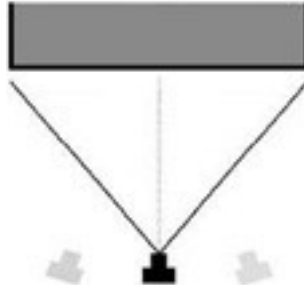


Fig. 1 - Posicionamento da câmera na monorestituição. Em preto, o eixo ótico da câmera está perpendicular ao objeto e, em cinza, ele está oblíquo. (Fonte: AMORIM et GROETELAARS, 2004, p. 3).

Segundo AMORIM et GROETELAARS (2004, p. 3), uma fotografia, um ponto (x, y) pode corresponder a uma infinidade de pontos (X, Y, Z) no espaço objeto. Assim, teoricamente não seria possível a resolução do problema fotogramétrico com uma única imagem, representando o espaço objeto e relacionada a este através dos parâmetros de orientação. Porém, se estiverem disponíveis algumas informações sobre a forma do objeto, como paralelismo e perpendicularidade de suas arestas ou identificação dos eixos X, Y e Z , é possível reconstruir a posição da câmera no momento da tomada fotográfica e restituir o objeto fotografado. Para a determinação da escala do modelo, é necessário o conhecimento de pelo menos uma dimensão do objeto.

- objetos planos, que apresentam suas extremidades com formas conhecidas, como arestas paralelas e perpendiculares;
- objetos planos com formas irregulares, onde são conhecidas pelo menos duas dimensões nas direções horizontal e vertical ou as coordenadas de quatro vértices;
- objetos que apresentam diversos planos com características geométricas bem definidas, onde é possível a identificação dos eixos X, Y e Z .

A precisão dos produtos obtidos pela monorestituição depende da escala da foto, da inclinação da fotografia com relação à perpendicular ao eixo ótico da câmera e, principalmente, ao grau de conformidade das informações (por exemplo: paralelismo e perpendicularidade de arestas) com a forma real do objeto fotografado (AMORIM et GROETELAARS, 2004, p. 4).

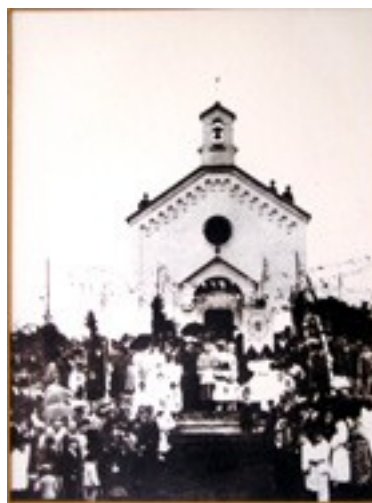


Fig. 2 - Vista da Capela N. Sra. da Glória antes da construção da torre. Fonte: acervo Indústria Leão Jr. S/A

3 - Igreja Nossa Senhora da Glória - Estudo de Caso

3.1.- Localização

A igreja Nossa Senhora da Glória foi escolhida por estar passando por um processo de restauração, a edificação localiza-se na avenida João Gualberto (antigo Boulevard 2 de Julho) número 565, bairro Alto da Glória em Curitiba. Por tratar-se de uma Unidade de Interesse de Preservação, o imóvel não pode ser demolido, sendo qualquer alteração sujeita à aprovação pelo Conselho Municipal de Patrimônio Cultural. Possui como incentivos a isenção total do IPTU e a possibilidade de transferência de potencial construtivo mediante a conservação do imóvel em bom estado (FINGER;CORREA;NETO;2006).

3.2 – Projeto de Restauo da Edificação

Um projeto de restauro foi elaborado por uma equipe de arquitetos especialistas na área de patrimônio arquitetônico. Isso possibilitou conhecer e acompanhar algumas das etapas e dificuldades necessárias para sua execução. Foram levantados dados históricos, a geometria da arquitetura, desenhos à mão que posteriormente foram computadorizados em arquivos AutoCad, diagnósticos, ou seja, toda documentação necessária para o planejamento de um projeto para posterior intervenção.

O projeto passou pelas seguintes etapas:

- Cadastro do edifício (documentação da geometria da arquitetura)
- Pesquisa Histórica e levantamento da documentação existente sobre o edifício
- Levantamento fotográfico
- Levantamento iconográfico
- Mapeamento de danos e diagnóstico

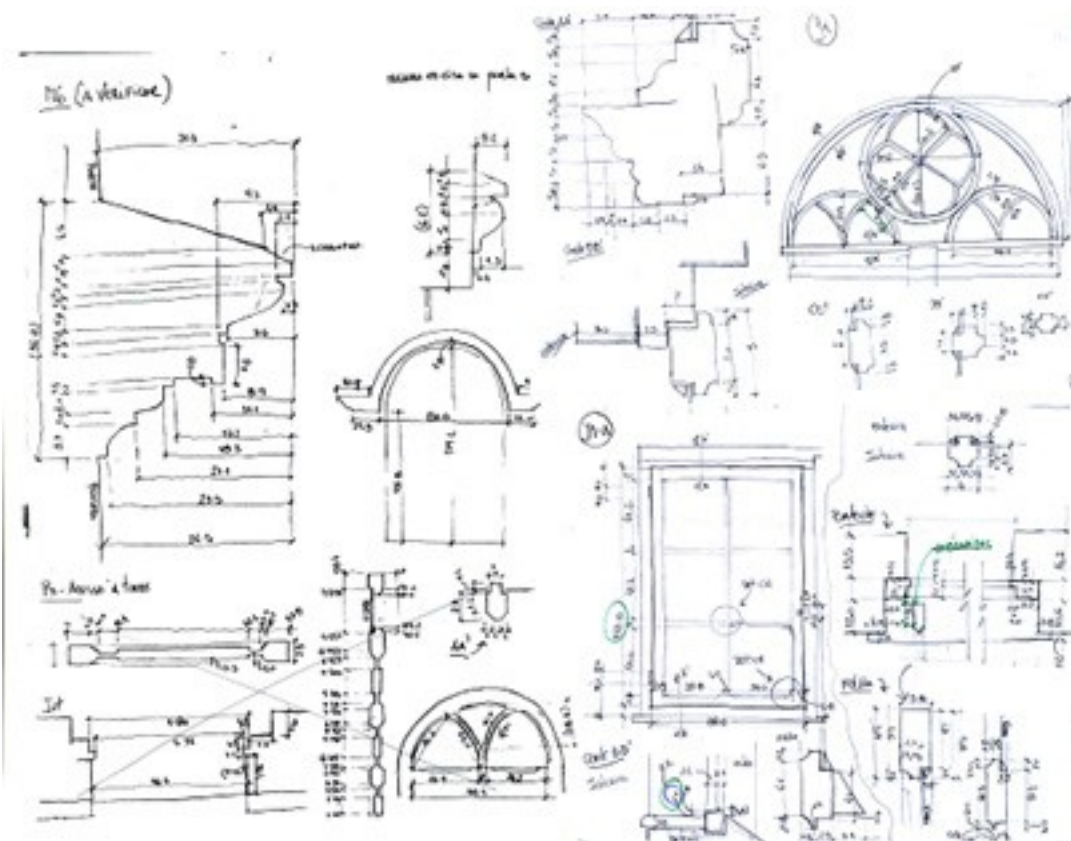


Fig. 3 – Detalhe esquadrias. Croquis necessários para registrar as medidas das esquadrias in loco para posterior realização de desenhos em AutoCad. Fonte: desenhos fornecidos pelos arquitetos responsáveis pela obra, 2005

O cadastro do edifício foi feito pelos métodos tradicionais a partir de medições com trena e nivelamento e posteriormente, prospecções pictóricas e de alvenaria.

O acompanhamento de parte deste projeto permitiu a realização de uma análise comparativa do levantamento e documentação gráfica do método tradicional, ou seja, de medição à trena, e a técnica fotogramétrica.

3.3 – Dificuldades encontradas durante levantamento para o registro gráfico (método tradicional)

Para a obtenção da geometria da arquitetura e posteriormente seu registro gráfico (desenho arquitetônico de plantas, cortes, fachadas e detalhamentos), foi preciso levantar todas as medidas de cada elemento arquitetônico de forma direta, medição à trena. Essas medidas foram repassadas em croquis e esboços desenhados e detalhados no local que possibilitariam a realização posterior de desenhos técnicos computadorizados em arquivos CAD. Abaixo, segue exemplos de alguns dos inúmeros esboços necessários para a obtenção da documentação gráfica.

Conforme mostram os esboços, cada detalhe foi primeiramente desenhado manualmente no local, e cada medida foi adquirida com a trena, depois repassado para o esboço e finalmente cada esboço é redesenhado novamente em arquivo digital AutoCad.

Muitas medidas foram difíceis de serem adquiridas devido à falta de equipamentos necessários, como andaimes e escada apropriada para alcançar o objeto levantado. Portanto, algumas medidas exigiram, além do desgaste de mão de obra exaustiva, situações arriscadas, em que o arquiteto teve que escalar, subir no telhado e até mesmo fazer “rappel” (pendurar-se em uma corda e apoiar os pés na parede para descer de uma edificação ou penhasco) para obter medidas de difícil alcance. Por exemplo, esse tipo de trabalho foi necessário para a medição do óculo localizada na fachada principal da Igreja. Ver figura 4b.



Fig 4a – Foto do levantamento das medidas à trena para o detalhamento de esquadrias. **Fig.4b** – Arquiteto José Rodrigues Cavalcanti Neto, realizando a prática do rappel sobre a fachada principal, apoiando a corda na escultura para obtenção das medidas do óculo da Igreja. **Fig. 4c** - Complementação de algumas medidas ainda tiveram que ser obtidas posteriormente Fonte: foto fornecida pelos arquitetos responsáveis pela obra, 2005.

Um importante item, citado pela arquiteta Anna Eliza Finger, (2006), membro da equipe responsável, foi a dificuldade e o exaustivo trabalho na realização do levantamento e da documentação gráfica da geometria das esquadrias. Uma, por as mesmas serem cheias de detalhes (veja a porta principal, por exemplo), outra por serem muito altas, sendo necessário grande esforço para se arriscar a alcançar as medidas altas, e finalmente, porque algumas esquadrias (as janelas do altar, por exemplo), cada folha é diferente da outra.

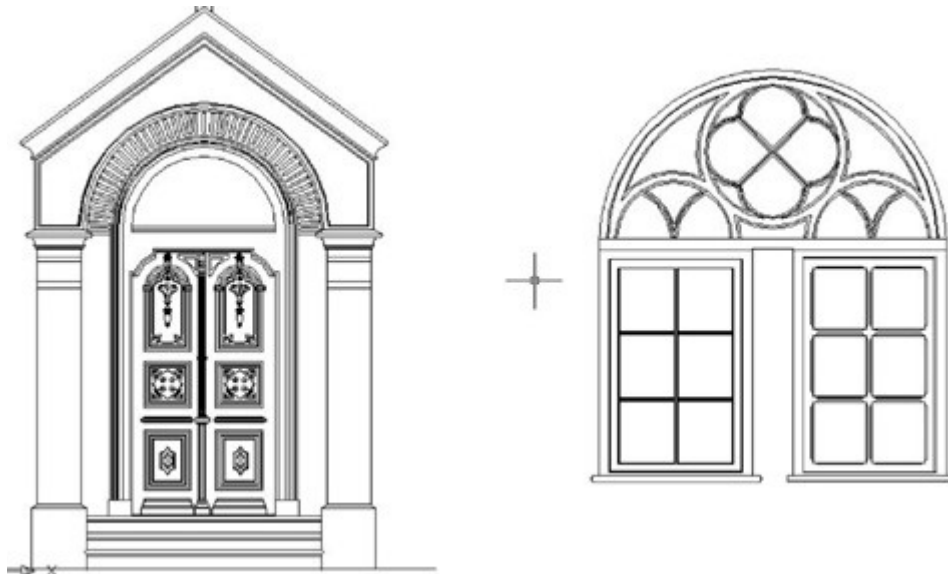


Fig. 5 – Detalhamento gráfico das esquadrias à partir de medidas obtidas através da trena. Fonte: desenhos fornecidos pelos arquitetos responsáveis pela obra, 2005.

3.4 - Levantamento Fotogramétrico

Para o levantamento fotogramétrico foi utilizada a câmera semi-métrica digital dp3210 com 3,2 megapixel, da Rollei, juntamente com o software monorestituído RolleiMetric MSR Plan. O mesmo, possui três diferentes técnicas de retificação de fotos. A técnica escolhida, devido a sua rapidez, facilidade e o número reduzido de medidas necessárias em campo, foi a retificação através de planos por paralelos. Basta obter medidas de duas retas e definir um plano através da escolha de quatro retas paralelas e perpendiculares que formam geralmente um quadrado sobre a foto.

Portanto, as fotos em que já se apresentavam arestas bem definidas (os cantos das janelas, por exemplo) não foram necessárias a colocação de marcações, apenas a medição de duas retas já eram suficientes no levantamento do objeto ou fachada para a realização de sua retificação. Utilizou-se a marcação de pontos de controle na parede, como referências, somente em imagens que não se tinham claramente, arestas bem definidas para a obtenção de um plano para a retificação da foto.

As fotos utilizadas para a retificação, no levantamento fotogramétrico desta pesquisa, foram adquiridas estrategicamente em dias nublados para que houvesse o mínimo possível de interferência de sombras.

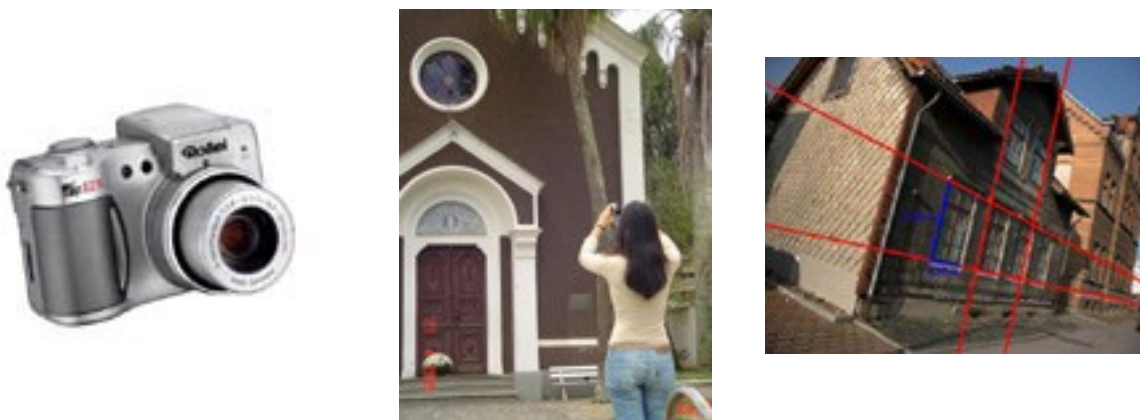


Fig. 6A – Câmera Rollei semi-métrica digital dp3210. **Fig. 6b** - Levantamento fotogramétrico da porta principal. **Fig. 6c** -Aplicação do software monorestituído RolleiMetric MSR Plan. Fonte: www.rollei.de e acervo próprio, 2006.

4 – Resultados

4.1 – Fusão e Comparação dos Resultados

Para a análise dos resultados obtidos sobre a retificação das fotos no software Rollei Metric MSRPlan, utilizou-se como comparativo, os desenhos gráficos levantados através do método tradicional de medição à trena, elaborados pela equipe de arquitetos responsáveis pela restauração da Igreja Nossa Senhora da Glória. As fotos retificadas foram inseridas no programa AutoCad e sobrepostas em escala sobre os desenhos já existentes para a realização da comparação de dados. As diferenças encontradas não foram significativas e são consideradas admissíveis, de forma que, devido às dificuldades no processo de levantamento do método tradicional, também não se pode, afirmar com total certeza qual seria o grau de precisão do mesmo. No entanto, de modo geral, a precisão encontrada é suficiente para o tipo de trabalho realizado.

As janelas, por serem muito altas, não houve a possibilidade de serem medidas com precisão. Por exemplo, a janela da nave (ver fig. 7b), a arquiteta que realizou o levantamento, por falta de equipamento adequado, teve que se apoiar com uma escada pelo lado externo da edificação e se pendurar a três metros de altura para poder obter as medidas gerais. Os detalhes localizados no alto da janela foram medidos por aproximação e proporção através da análise de uma foto da janela. Como, aparentemente, essas janelas possuíam características e medidas muito semelhantes, e pela inviabilidade de medir precisamente todas as outras, foi realizado o levantamento de apenas uma, e a mesma foi copiada e inserida, todas as vezes que a mesma se repetia nas fachadas. Infelizmente, esse procedimento é executado em grande parte das documentações arquitetônicas para projetos de restauro, e sempre pelas mesmas razões de prazo, custo e mão-de-obra.



Fig. 7 – Fotografias das janelas sobrepostas sobre o levantamento e documentação gráfica realizada pela equipe de arquitetos para a realização do projeto de restauro. **Fig. a** – janela do altar . **Fig.b** – janela da nave. Fonte: Acervo próprio, 2006.

De acordo com o depoimento da arquiteta Anna Elisa Finger, o detalhamento da porta principal (fig. 8) foi um dos itens arquitetônicos mais trabalhosos e exaustivos de todo o levantamento de mensuração e documentação gráfica. Neste caso, não pela dificuldade de alcance das medidas, mas pelo número de medidas a serem retiradas, e pelo minucioso trabalho de detalhamento do mesmo no momento da realização de seu registro gráfico. Cada pequena medida teve que ser transportada para o desenho. No método fotogramétrico, este tipo de trabalho, reduz-se significativamente, havendo uma economia de tempo, custo e mão de obra.



Fig. 8 – Fotografia do detalhamento da porta principal e ao lado uma ortofoto da mesma.

4.2 – Comparações de tempo entre o método de levantamento tradicional X fotogramétrico

De acordo com tempo estimado pelos arquitetos do projeto de restauro, comparado ao levantamento fotogramétrico realizado, foi elaborado uma tabela comparativa com exemplos de dois elementos arquitetônicos. O custo pode ser extraído do número de horas gasto para realização do levantamento de cada elemento mais o tempo de elaboração de seu desenho gráfico (cálculo possível a partir do valor da hora técnica – de acordo com o CUB). Essa é uma maneira de estimar o custo individual aproximado de cada elemento arquitetônico, pois, habitualmente, um projeto de restauro é orçado em seu valor global, podendo este valor ser subdividido, no máximo, em três ou quatro etapas de entrega do mesmo.

O motivo pela escolha destes dois exemplos justifica-se porque ambos são objetos isolados e que não tiveram necessidade de gastos extras com material ou aluguel de equipamentos no processo de mensuração, isso permite uma compatibilidade maior para comparação entre os mesmos. Portanto, segue abaixo a descrição do total de tempo estimado em cada método.

Conforme a tabela, a diferença aproximada de horas dispendidas no método de levantamento à trena foi 85 por cento maior que no método fotogramétrico. No entanto, é difícil poder avaliar esse tipo de trabalho somente através do tempo gasto em cada um dos métodos, pois os resultados obtidos não foram exatamente os mesmos. Por exemplo, o levantamento fotogramétrico trouxe mais precisão em relação às medidas gerais e de difícil alcance da esquadria ou objeto. E o levantamento à trena, incluiu muito detalhamento minucioso que, muitas vezes, não é possível de ser extraído somente a partir da fotogrametria (ex: corte da pingadeira, detalhe do tipo de entalhe, profundidade das reentrâncias, detalhe do pinásio em cada janela, etc).

5 - Conclusão

Uma avaliação comparativa totalmente precisa, em dados quantitativos, sobre a diferença entre os métodos, não foi possível, porque dependem de muitos fatores e condições, até mesmo de seu próprio entorno. No entanto, a avaliação qualitativa demonstrou claramente a economia de tempo e mão-de-obra, consequentemente de custo, e o aumento de precisão com o uso da fotogrametria.

Com o avanço tecnológico, o gasto financeiro para se obter um software fotogramétrico e uma câmera reduziu significativamente. O modelo utilizado neste estudo, possui um custo aproximado de 1600 euros (câmera + software), valor este, acessível e muito compensatório pelo número de horas poupadas na etapa de documentação de um projeto de restauro e pela facilidade no manuseio do software de

retificação, conforme verificado neste estudo. O usuário não necessita ser um especialista em fotogrametria para realizar com facilidade a mensuração e a retificação de um objeto ou fachada.

No acompanhamento para a elaboração do projeto de restauro, comprovou-se-se que o levantamento e a documentação gráfica são fases fundamentais e exaustivas. Conclui-se, portanto, que a utilização da fotogrametria eliminaria inúmeras dificuldades encontradas no método tradicional.

8 - Referências bibliográficas

AMORIM, A.L.; GROETELAARS, N.J.; *Técnicas de restituição fotogramétricas digitais aplicadas à Arquitetura: um estudo de caso*, COBRAC, Florianópolis, 2004.

ANDRADE, J. B.: *Fotogrametria*. Curitiba, 1998.

ARANTES, A A , org. *Produzindo o passado, estratégias de construção do patrimônio cultural*, Ed. Brasiliense, 1984.

ATKINSON, K.B.; *Close range photogrammetry and machine vision*, Bristol, 1996.

COELHO, A.H.; ZANETTE, A. P.; MARTINS, J. M. *Fotogrametria Digital à Curta Distância aplicada à tomada de dados em estudos com restituição digital de precisão*. Anais do CONEA (Congresso Nacional de Engenharia de Agrimensura), Criciúma, 1999.

FINGER, A.E.;CORREA, R.M; NETO, R.C.; *Proposta e projeto de restauro da igreja Nossa Senhora da Glória*, Curitiba, 2006.

INST. PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (BRASIL). *Cartas Patrimoniais*. 2 ed, Rio de Janeiro: IPHAN, 2000.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA – IPPUC; Disponível em: www.ippuc.org.br , acesso em 07/03/06.

KRAUS, K. *Photogrammetry – Fundamentals and Standard Processes*. Vol. 1. Dümmler, Bonn, Alemanha. 1993.

LYNCH, K., *De que tiempo es este lugar?*. Barcelona, Ed. Gustavo Gilli, S. A., 1975.

MARTINS, J. M. ; *A fotogrametria terrestre no auxílio a projetos de recuperação do patrimônio histórico*, Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Civil, UFSC, Florianópolis, 1997.

RENUNCIO, L. E. ; *A low cost documentation and retrieval system of distributed data sets for a historical town in Brazil*, Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidad Fridericiana de Karlsruhe, München, 2001.

SCHWIDEFSK, Y. K; *Fotogrametria Terrestre y Aérea*. Barcelona: Editorial Labor, 1943.

WESTPHAL, F.S.; *A Fotogrametria Arquitetural Digital como Ferramenta ao Planejamento Urbano. Florianópolis*, Dissertação (Mestrado em Eng. Civil) – Curso de Pós-Graduação em Eng. Civil, UFSC, 1999.