

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E
URBANISMO**

Silvia Sayuri Yanaga

**FOTOGRAMETRIA DIGITAL À CURTA DISTÂNCIA NA DOCUMENTAÇÃO
DO PATRIMÔNIO ARQUITETÔNICO – ESTUDO DE CASO**

**Florianópolis
2006**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Silvia Sayuri Yanaga

**FOTOGRAMETRIA DIGITAL À CURTA DISTÂNCIA NA DOCUMENTAÇÃO
DO PATRIMÔNIO ARQUITETÔNICO – ESTUDO DE CASO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção de grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof. Carlos Loch

Florianópolis

2006

Silvia Sayuri Yanaga

**FOTOGRAMETRIA DIGITAL À CURTA DISTÂNCIA NA DOCUMENTAÇÃO DO
PATRIMÔNIO ARQUITETÔNICO – ESTUDO DE CASO**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para obtenção do grau de **Mestre em
Arquitetura e Urbanismo** no Programa de Pós-graduação em Arquitetura e
Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 14 de março de 2006

Prof.^a Alina Gonçalves Santiago, Dr.^a.

Coordenadora do Programa

Banca Examinadora

Prof. Carlos Loch, Dr.

Orientador

Prof.^a. Alina Gonçalves Santiago, Dr.^a.

Prof.^a. Sérgio Castello Nappi, Dr.

Prof.^a. Mário Mendonça, Dr.

DEDICATÓRIA

Ao meu pai, Tetsuo Yanaga por ter sido sempre um exemplo de força e amor em
minha vida.

À minha mãe Eiko Helena Yanaga, pelas orações, pela compreensão e por cuidar
tão bem de nossa família.

Ao meu noivo Adilson Seidi Suguiura pelo seu imenso amor.

AGRADECIMENTO

Primeiramente a Deus por me proporcionar saúde, força de vontade e sabedoria, me iluminando em todos os momentos de minha vida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Carlos Loch pelo encaminhamento dessa dissertação, pela confiança e amizade. E também, ao seu filho Günter Loch, pela prestatividade.

Aos professores da PósArq, em especial à Prof Dr. Alina Santiago pela amizade e ao Prof. Dr. Sérgio Castello Branco Nappi pelo apoio e pelas valiosas discussões.

Ao grupo de arquitetos Sandra Rafaela Magalhães Correa, José Rodrigues Cavalcanti Neto e Anna Elisa Finger por colaborarem na minha pesquisa, fornecendo dados e materiais importantes para o histórico e análise dos resultados, possibilitando a realização de um estudo de caso mais completo e aprofundado. Porém, agradeço em especial à minha querida amiga Anna que contribuiu intensamente tanto em conhecimento, como em dedicação e companheirismo, sem hesitar em colaborar no que fosse preciso durante muitos momentos deste trabalho.

Aos meus amigos que conviveram e compartilharam comigo esses anos de estudo, pela troca de idéias, pelo apoio e pelas gostosas e importantes risadas nos momentos de “desestress”. Especialmente, à Vanessa Dorneles pelo auxílio na correção de texto e a parceria na publicação de artigos, e, à Cristina V. Florentin Arias La Fuente e Sara Nunes de Souza pela amizade e companheirismo sempre.

Ao departamento de Engenharia Civil e funcionários do Laboratório de Fotogrametria, local no qual passei muitas horas de estudo, e a Pós-Graduação em Arquitetura – PósArq que me ofereceu a oportunidade de realizar este curso.

Ao meu noivo pela paciência, carinho e companheirismo.

E, finalmente, um especial agradecimento aos meus pais pelo incentivo, compreensão e o apoio que me possibilitou o ingresso e a realização dessa dissertação.

“Não se trata de Arte, nem de Comunicação: a ordem fundadora da fotografia é a
Referência.”

ROLAND BARTHES, 1980

RESUMO

Este trabalho aborda a técnica da Fotogrametria Digital à Curta Distância como uma ferramenta importante de auxílio à proteção do patrimônio arquitetônico. Utilizou-se um programa computacional, surgida a partir do desenvolvimento da tecnologia digital e da ampliação de novos produtos e softwares de restituição fotogramétrica, para a obtenção da geometria da arquitetura de uma edificação histórica e a produção de seu registro gráfico e documental. O estudo de caso baseia-se na aplicação do software Rolleimetric MSRPlan no levantamento fotogramétrico digital e restituição de imagens da Igreja Nossa Senhora da Glória, localizado na cidade de Curitiba. Uma análise deste processo e de seus resultados obtidos permitiu realizar comparações com o método tradicional de levantamento e documentação arquitetônica, e avaliar questões de custo, agilidade, qualidade, e precisão do produto final.

Palavras-chave: Patrimônio arquitetônico, Fotogrametria digital à Curta Distância, Rollei MSR Plan.

ABSTRACT

This work approaches the technique of the Digital Close Range Photogrammetry as an important tool to help the protection of the architectural heritage. Making use of a computational program arised from the development of the digital technology and new products of photogrammetry restitution increase, to obtain the architectural geometry of a historical construction and to produce a documental graphic register. The case studied is based on Rolleimetric MSRPlan application by digital photogrammetry survey and images restitution of Nossa Senhora da Gloria church located in Curitiba. An analysis of this process and results permitted to make comparisons with the traditional method of survey and architectural documentation, and to evaluate questions of cost, agility, quality, and precision.

Keywords: Architectural heritage, Close Range Photogrametry, Rollei MSR Plan.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1.INTRODUÇÃO | 14 |
| 2. JUSTIFICATIVA..... | 16 |
| 3. OBJETIVOS..... | 18 |
| 3.1.OBJETIVO GERAL | 18 |
| 3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 18 |
| 4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 19 |
| 4.1.PATRIMÔNIO HISTÓRICO | 19 |
| 4.1.1. DEFINIÇÃO | 19 |
| 4.1.2. O VALOR DO “PATRIMÔNIO“ | 22 |
| 4.2. POR QUE PRESERVAR? | 23 |
| 4.3. POR QUE DOCUMENTAR? | 25 |
| 4.5. METODOLOGIAS PARA UM PROJETO DE RESTAURO | 29 |
| 4.6. FOTOGRAFIA | 37 |
| 4.7. FOTOGRAMETRIA | 38 |
| 4.7.1. DEFINIÇÃO | 38 |
| 4.7.2. FOTOGRAMETRIA TERRESTRE E À CURTA DISTÂNCIA | 40 |
| 4.7.3. RETIFICAÇÃO DE FOTOGRAFIAS | 44 |
| 4.7.4. TÉCNICAS FOTOGRAMÉTRICAS DE RETIFICAÇÃO | 45 |
| 4.7.4.1. MONORESTITUIÇÃO | 46 |
| 4.7.4.2. ESTEREORESTITUIÇÃO | 48 |
| 4.7.4.3. RESTITUIÇÃO A PARTIR DE VÁRIAS FOTOGRAFIAS | 51 |
| 4.8. FOTOGRAMETRIA DIGITAL | 54 |
| 4.8.1. CÂMERA DIGITAL | 56 |
| 4.8.2 . RESOLUÇÃO E TAMANHO DE ARQUIVO | 58 |
| 5. ESTUDO DE CASO | 60 |
| 5.1. IGREJA NOSSA SENHORA DA GLÓRIA..... | 60 |
| 5.1.2. HISTÓRICO DA IGREJA NOSSA SENHORA DA GLÓRIA | 63 |
| 5.1.3. TIPOLOGIA E CARACTERÍSTICAS DO EDIFÍCIO | 65 |
| 6. MATERIAIS E MÉTODOS..... | 66 |
| 6.1. DEFINIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO | 66 |
| 6.1.1. PROJETO DE RESTAURO DA IGREJA NOSSA SENHORA DA GLÓRIA..... | 66 |

| | |
|---|-----|
| 6.2. MATERIAIS (MÉTODO TRADICIONAL) | 67 |
| 6.2.1. PESQUISA DE CAMPO COMO REFERÊNCIA PARA ANÁLISES DO RESULTADOS | 70 |
| 6.2.2. TEMPO GASTO PARA REALIZAÇÃO DOS LEVANTAMENTOS | 75 |
| 6.2.3. SOBRE A NÃO UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA FOTOGRAMÉTRICA | 76 |
| 6.3. MATERIAIS (MÉTODO FOTOGRAMÉTRICO) | 76 |
| 6.4. CALIBRAÇÃO DA CÂMERA | 79 |
| 6.5. DESCRIÇÃO DO LEVANTAMENTO FOTOGRAMÉTRICO | 79 |
| 6.6. UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE ROLLEI MSRPLAN | 84 |
| 7. RESULTADOS | 84 |
| 7.1. FUSÃO E COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS NO SOFTWARE AUTOCAD | 85 |
| 7.1.1. FACHADA PRINCIPAL (ORTOFOTO 1) | 86 |
| 7.1.2. VISTA DO CORO (ORTOFOTO 2) | 87 |
| 7.1.3. VISTA DO ARCO CRUZEIRO DA CAPELA-MOR (ORTOFOTO 3) | 88 |
| 7.1.4. JANELAS DA NAVE E DO ALTAR (ORTOFOTOS 4 E 5) | 89 |
| 7.1.5. PORTA PRINCIPAL (ORTOFOTO 6) | 90 |
| 7.2. COMPARAÇÕES DE CUSTO E TEMPO ENTRE O MÉTODO DE LEVANTAMENTO TRADICIONAL X FOTOGRAMÉTRICO | 91 |
| 8. CONCLUSÕES | 95 |
| 8.1. RECOMENDAÇÕES | 98 |
| 8.2. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 99 |
| 9. REFERÊNCIAS | 100 |

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Exemplo de Retificação de uma foto | 44 |
| Figura 2 - Mosaico de várias ortofotos formam a fachada por completo..... | 45 |
| Figura 3 - Posicionamento da câmara na monorestituição..... | 46 |
| Figura 4 - Foto original da edificação demolida (a). Imagem sendo mensurada através do método de linhas paralelas e perpendiculares sobre a própria Edificação (b)..... | 48 |
| Figura 5 - Reconstrução parcial da Edificação em 3D,..... | 48 |
| Figura 6 - (a) Relação entre a base estéreo e a distância para o objeto na tomada estereofotogramétrica (b) Sobreposição necessária na estereorestituição ³ | 49 |
| Figura 7- Plano da cobertura fotográfica..... | 50 |
| Figura 8 - Desenho gráfico das fachadas , após a retificação das fotos | 50 |
| Figura 9 - Modelo 3D vetorial da Edificação. | 50 |
| Figura 10- Modelo 3D renderizado da Igreja Matriz de Oeiras..... | 50 |
| Figura 11- Câmara análogica semi-métrica Pentax Pams-645 de médio formato | 51 |
| Figura 12 - Kit ImageStation SSK | 51 |
| Figura 13 - Exemplos de diferentes tomadas fotográficas na restituição de várias fotografias | 52 |
| Figura 14 - Imagens originais das fotos panorâmicas obtidas separadamente | 53 |
| Figura 15 Resultado final da imagem 3D. Fonte: LUHMANN et TECKLENBURG, 2005. | 53 |
| Figura 16 - Vista da Capela N. Sra. da Glória antes da construção da torre. | 60 |
| Figura 17 - Foto aérea do Bairro Alto da Glória.Localização da Igreja N. S.Glória..... | 61 |
| Figura 18 - Vista da Avenida João Gualberto. Fonte: www.ippuc.org.br | 63 |
| Figura 19 - Foto da Igreja atualmente. Vista frontal. Fonte: Acervo próprio, 2006..... | 63 |
| Figura 20 - Detalhe esquadrias.Croquis necessários para registrar as medidas das esquadrias in loco para posterior realização de desenhos em AutoCad..... | 70 |
| Figura 21 - Foto do levantamento das medidas à trena para o detalhamento de esquadrias.. | 71 |
| Figura 22 - Alguns croquis dentre os muitos desenhados para o levantamento gráfico..... | 71 |
| Figura 23 - Sobre o telhado da igreja..... | 72 |
| Figura 24 - Rappel..... | 72 |
| Figura 25 - Complementação de algumas medidas. | 72 |
| Figura 26 - Complementação de medidas. | 72 |
| Figura 27 - Extração da medida do arco principal. | 73 |
| Figura 28 - patologia da edificação, diagnóstico de materiais..... | 74 |
| Figura 29 - Medição de elementos estruturais..... | 74 |
| Figura 30 - Detalhamento gráfico das esquadrias à partir de medidas obtidas através da trena. | 75 |
| Figura 31 - Rollei dp3210 - Câmera semi-métrica digital..... | 77 |
| Figura 32 - Software: RolleiMetric MSRParallel Software de retificação. Retificação a partir de linhas paralelas sobre o objeto | 77 |

| | |
|--|----|
| Figura 33 - Software: RolleiMetric MSRParallel Software de retificação. Restituição a partir do aplicativo AutoCad..... | 77 |
| Figura 34 - Implantação com a localização do posicionamento das fotos e as distâncias entre a edificação e o muro. | 81 |
| Figura 35 – Fachada lateral direita..... | 81 |
| Figura 36 – Pouca distância entre a edificação e o muro para obter campo de visão na câmera..... | 81 |
| Figura 37 - À direita da igreja, encontra-se a residência vizinha (Foto 3). Acervo próprio, 2006..... | 82 |
| Figura 38 - Vegetação impede a obtenção de fotos através da residência vizinha | 82 |
| Figura 39 - Fachada lateral esquerda | 82 |
| Figura 40 - Como no exemplo anterior, pouca distância entre a edificação e o muro para obter campo de visão na câmera..... | 82 |
| Figura 41 - À esquerda da igreja, encontra-se uma edificação em abandono e desuso | 83 |
| Figura 42 - Foto tirada à partir da rua João Gualberto (frente à igreja)..... | 83 |
| Figura 43 – Foto entre o muro dos fundos e a igreja | 83 |
| Figura 47 – Levantamento fotogramétrico da porta principal. | 84 |
| Figura 45 – Implantação da Igreja N. S. da Glória com o posicionamento das fotos para o levantamento fotogramétrico. | 85 |
| Figura 46 - Fotografia da fachada principal retificada e sobreposta sobre o levantamento e documentação gráfica realizada pela equipe de arquitetos em seu projeto de restauro.. | 86 |
| Figura 47 - Análise comparativa do coro. Ortofoto X documentação gráfica existente..... | 87 |
| Figura 48 - Análise comparativa do arco interno. Ortofoto X documentação gráfica existente..... | 88 |
| Figura 49 - Fotografia da janela da nave (a) e do altar (b) | 89 |
| Figura 50 - Fotografia do detalhamento da porta principal | 90 |
| Figura 51 - Comparativo entre um desenho obtido pelo método tradicional (cor magenta) e um desenho extraído a partir da fotogrametria (cor azul). | 91 |

LISTA DE MAPAS

| | |
|--|----|
| Mapa 1 - Mapa do Paraná. Localização da cidade de Curitiba. | 60 |
| Mapa 2 - Mapa da cidade de Curitiba com a localização do bairro do Alto da Glória (em vermelho), onde se encontra a edificação em estudo. | 60 |
| Mapa 3 - Mapa geral de todo o bairro do Alto da Glória..... | 62 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Comparativo de tempo e custo para documentação entre os métodos tradicional e fotogramétrico..... | 92 |
|--|----|

LISTA DE DE SIGLAS E ABREVIATURAS

| | |
|-------------|-------------------------------------|
| BMP | Bitmap |
| CAD | Computer Aided Design |
| CCD | Charge Coupled Device |
| CUB | Custo Unitário Básico |
| EPSF | Encapsulated PostScript File |
| GIF | Graphics Interchange Format |
| JPEG | Join Photographic Experts Group |
| MSR | Metric Single Image Retification |
| PICT | Picture (Macintosh) |
| PPI | Pixel Per Inch |
| RD | Restituídor Digital |
| RDC | Rollei Digital Camera |
| TIFF | Tagged Image File Format |
| UIP | Unidade de Interesse de Preservação |
| VRML | Virtual Reality Modeling Language |

1. INTRODUÇÃO

As cidades atuais enfrentam problemas, como a pobreza, a especulação imobiliária e a deterioração dos espaços. A falta de identidade, cultural e espacial, por parte da população agrava ainda mais estes problemas e como consequência deste processo surgem pessoas sem raiz, sem origem. A construção de uma cidade exige mais que aço, cimento e maestria na composição de espaços, exige a beleza do “pertencimento”, numa arquitetura das identidades.

A busca do significado histórico do que o homem é e do que viveu, mesmo através de momentos presenciados por seus antepassados e ancestrais, mas que se refletem na realidade e na cultura atual, 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 ser mantida pela sociedade, através da educação e do cuidado de preservar hábitos e costumes, porém o objeto ou a edificação não depende apenas de cada indivíduo, mas de autoridades responsáveis e profissionais especializados.

Os 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 (KERSTEN 2000)”*.

Dentre as mais diversas categorias de patrimônio histórico, a edificação é a que se encontra mais presente na vida diária de uma comunidade, é um importante meio de valorização cultural ao longo das gerações. A preservação de uma edificação histórica em uma 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 no qual se insere, tanto de forma literal como gráfica. Isso permitiu e continuará permitindo a obtenção de importantes descobrimentos da história do homem e a busca de elementos imprescindíveis para a restauração ou a recriação do patrimônio edificado.

Tanto para o projeto de obras futuras, como para o estudo das existentes, é necessário, tradicionalmente, representações gráficas do edifício. A fotogrametria

surgiu como um auxílio às técnicas tradicionais de levantamento e representação arquitetural. Apesar dos progressos na área da informática nos últimos anos, que vem multiplicando o desenvolvimento de diferentes tipos de software e diversificando aplicações na área da fotogrametria digital, a prática da documentação de monumentos históricos utilizando esta tecnologia ainda continua muito aquém do que se poderia desejar.

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 utilizam a técnica fotogramétrica, principalmente, por falta de conhecimento sobre suas vantagens e pela ilusão da necessidade de um custo elevado e de equipe técnica altamente especializada.

É clara a necessidade da expansão do conhecimento a respeito da fotogrametria à profissionais como arquitetos, engenheiros e restauradores, pois se trata de uma importante ferramenta para a obtenção rápida e precisa de dados essenciais ao planejamento de restauro, intervenções conscientes e também para a documentação e divulgação de bens patrimoniais e arquitetônicos.

2. JUSTIFICATIVA

As cidades representam o fenômeno mais significativo e mais desafiador para os arquitetos e urbanistas que, para responderem constantemente às suas novas necessidades devem, além de acompanhar as grandes mudanças relacionadas à sua forma física, estar atentos em respeitar e perceber, até por uma questão ética, tipologias arquitetônicas de valor estético e histórico, que marcam uma época e que fazem parte da identidade da cidade.

Também é importante saber mostrar à sociedade e fazê-la participar da construção, tanto pela ética, respeito ao outro, quanto pela estética. Experiências urbanas tornam-se reais quando estão relacionadas ou associadas à identidade dos cidadãos que se reconhecem no espaço exterior e interior, tendo a noção de pertencimento àquele lugar.

O arquiteto deve buscar esta valorização e identificação da cidade, tanto através da preservação como também da busca de referências arquitetônicas. Pois, segundo a Carta de Veneza, entende-se como monumento histórico, não somente, as grandes criações, mas também, as obras mais modestas que adquirem com o tempo valor cultural significativo (IPHAN, 2000).

A valorização do patrimônio histórico arquitetônico e a importância de seu registro e preservação é uma questão amplamente discutida, e para isso, o estudo multidisciplinar utilizando a fotogrametria na aquisição de dados arquitetônicos, mais uma vez, deve servir como incentivo à prática da técnica fotogramétrica por arquitetos e restauradores.

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 softwares cada vez mais acessíveis, com a diminuição do custo e grau de dificuldade relacionado à praticidade de seu uso. Portanto, pretende-se verificar e, também, comprovar que o usuário não, necessariamente, precisa ser um técnico especializado ou possuir conhecimento aprofundado sobre todo o

conceito da fotogrametria para poder realizar um levantamento fotogramétrico de precisão.

Para isso, através da utilização da Fotogrametria Digital e de um novo programa computacional, espera-se constatar reais expectativas sobre as vantagens fotogramétricas mencionadas.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Analisar as vantagens e desvantagens da fotogrametria à curta distância, visando à documentação e preservação do patrimônio edificado, através da avaliação comparativa entre o método tradicional (levantamento à trena) e o método fotogramétrico.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Fundamentar a importância do patrimônio histórico edificado visando a compreensão de profissionais de diversas áreas sobre o registro e o processo metodológico tradicional de um projeto de restauro;
- b) Levantar técnicas fotogramétricas à curta distância e apresentar exemplos práticos de sua utilização na documentação do patrimônio;
- c) Acompanhar um levantamento do método tradicional à trena para conhecer as técnicas e as dificuldades encontradas na documentação arquitetônica em um projeto de restauro;
- d) Explorar a fotogrametria digital através do uso de uma câmera digital semi-métrica modelo Rollei dp3210 para o levantamento fotogramétrico do estudo de caso;
- e) Aplicar o software de restituição fotogramétrica Rollei MSR Plan em um levantamento documental de uma edificação histórica - estudo de caso: Igreja Nossa Senhora da Glória em Curitiba;
- f) Traçar um comparativo entre os métodos tradicional e fotogramétrico, e indentificar as reais vantagens e desvantagens de cada um.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são apresentadas noções sobre o patrimônio histórico, o porquê de sua preservação, documentação e os processos metodológicos necessários para um projeto de restauro. Posteriormente, apresenta-se os conceitos sobre fotogrametria, esclarecimento do modo à curta, diferentes técnicas de retificação e o uso da fotogrametria digital.

4.1. PATRIMÔNIO HISTÓRICO

4.1.1. DEFINIÇÃO

A palavra patrimônio tem origem na Grécia antiga, onde: "Patris" significa pai e "monio" significa herança. Dessa forma, patrimônio quer dizer herança do pai. Assim, de forma geral, "patrimônio" se refere a todo o legado das gerações passadas mantidas no presente.

A Constituição Federal define o patrimônio como bens materiais e imateriais que se referem à identidade, à ação e à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira. Esses bens são, portanto, os modos específicos de criar e fazer (as descobertas e os processos genuínos na ciência, nas artes e na tecnologia), as construções referenciais e exemplares da tradição brasileira, incluindo bens imóveis (igrejas, casas, praças, conjuntos urbanos) e bens móveis (obras de arte ou artesanato), as criações imateriais como a literatura e a música; as expressões e os modos de viver, como a linguagem e os costumes; os locais dotados de expressivo valor para a história, a arqueologia, a paleontologia e a ciência em geral, assim como as paisagens e as áreas de proteção ecológica da fauna e da flora (FUNDARPE, 2006).

O patrimônio referencia-se pelo sentimento inexplicável que o objeto, a edificação, o costume ou a beleza do local transmite, seja pela valiosa bagagem de informações e acontecimentos nela contidos, seja por carregar consigo uma história.

“...nós estabelecemos também uma noção do patrimônio pela simples razão de que nós atribuímos a essas coisas, a objetos e artefatos, significados, funções e valores. E como são patrimônio, são suscetíveis de geração, aquisição e de transmissão.”(ARANTES, 1984, p. 62)

Choay (2001) designa patrimônio histórico como um bem destinado ao usufruto de uma comunidade que se ampliou a dimensões planetárias, constituído pela acumulação contínua de uma diversidade de objetos que se congregam por seu passado comum: obras e obras-primas das belas artes e das artes aplicadas, trabalhos e produtos de todos os saberes e *savoir-faire*¹ dos seres humanos.

A noção de patrimônio assenta-se numa versão de história que se pretende ter a capacidade de se reportar a fatos que *realmente aconteceram*, transformando-os em marcos que se impõem no presente. Estes marcos instauram uma temporalidade que organiza a história tal como contada. O acervo patrimonial selecionado materializa um ponto de vista social particular sobre determinado tema ou fato (KERSTEN,2000).

Entre os bens incomensuráveis e heterogêneos do patrimônio histórico, Choay (2001) completa afirmando que escolhe como categoria exemplar aquele que se relaciona mais diretamente com a vida da comunidade, o patrimônio histórico representado pelas edificações. Em outros tempos denominariam-se de monumentos históricos, mas as expressões, “patrimônio histórico” e “monumento histórico”, não são mais sinônimas. A partir de 1960, os monumentos históricos representam parte de uma herança que cresce constantemente, com a inclusão de novos tipos de bens e com o alargamento do quadro cronológico e das áreas geográficas no interior das quais esses bens se inscrevem.

Quatremère de Quincy (apud MENEGUELLO, 2000), designa que o monumento é construído para estabelecer o que é memorável (o monumento deixa de ser evidência da memória e passa a criá-la), ou seja, o monumento histórico é um agente de embelezamento das cidades. Ele passa a ser também a afirmação do *design* público, dos estilos, de manifestação estética. Como conceito estético, ele existe, assim, para o consumo imediato.

¹ *Savoir-faire* : expressão idiomática que representa o saber fazer, a prática.

Logo, o monumento histórico não é um dado sempre existente, mas uma invenção ocidental datada que ganha força a partir da segunda metade do século XIX. A consagração do monumento histórico surge na Inglaterra e na França ligada ao evento da era industrial.

O sentido original do termo é o do latim *monumentum*, que por sua vez deriva de *monere* (“advertir”, “lembrar”), aquilo que traz à lembrança alguma coisa. Para Choay, (2001) a natureza do seu propósito é essencial, não é somente a de apresentar, dar uma informação neutra, e sim a de emocionar, como uma memória viva. O monumento assegura, acalma e desafia o tempo, ele é uma garantia das origens e dissipa a inquietação gerada pela incerteza dos começos.

A palavra monumento, aplicada às obras de arquitetura, passa a designar um edifício construído para eternizar a lembrança de coisas memoráveis, ou concebido, erguido ou disposto de modo que se torne um fator de embelezamento e de magnificência nas cidades. A idéia de monumento, está mais ligada ao efeito produzido pelo edifício que ao seu fim ou destinação, ajusta-se e aplica-se a todos os tipos de edificações (CHOAY, 2001).

Riegl (apud KERSTEN, 2000) define três classes de monumentos: os internacionais, os históricos e os antigos; os dois últimos são classificados como não-internacionais. Tal classificação mostraria, segundo ele, que a história da conservação dos monumentos passou por um processo de sucessiva generalização, obedecendo exatamente aquela ordem.

Hoje, o sentido desta palavra evoluiu ainda mais. Além da beleza buscada no patrimônio edificado e seu valor histórico, o encantamento ou o espanto da proeza técnica, e muitas vezes até sua representação colossal é que o tornam dignos desta definição. A partir daí o monumento impõe à atenção sem pano de fundo. Como exemplos: o edifício de Lloyd’s em Londres, o Arco da Défense em Paris , Museu Guggenheim em Bilbao (CHOAY, 2001).

A denominação, “monumento histórico”, passa então a fazer parte de uma outra categoria, a dos “bens culturais”, pois, o sentido de “monumento” muitas vezes pode ser reportado apenas à algo grandioso, com grandes dimensões, e o “bem” engloba desde edificações monumentais até pequenos casebres, que possuam um valor cultural.

4.1.2. O VALOR DO “PATRIMÔNIO”

“A diversidade de culturas e patrimônios no nosso mundo é uma insubstituível fonte de informação a respeito da riqueza espiritual e intelectual da humanidade. A proteção e valorização da diversidade cultural e patrimonial no nosso mundo deveria ser ativamente promovida como um aspecto essencial do desenvolvimento humano” (IPHAN, 2000, p. 36).

Segundo BALLART (1997) as situações reais na qual atribuímos valor ao patrimônio, resumidamente, podem ser contempladas em três categorias de referência: valor de uso, formal e simbólico-significativo:

- a) Valor de uso: refere-se à valorização do patrimônio pensando fazer com ele algo que satisfaça uma necessidade material ou de conhecimento ou um desejo. É a dimensão utilitária de um objeto histórico.
- b) Valor formal: este valor corresponde à sensação que determinados objetos despertam aos sentidos, pelo prazer que proporcionam, pela sua forma e outras qualidades sensíveis e pelo mérito que apresentam.
- c) Valor simbólico-significativo: entende-se como a ligação que se tem com os objetos do passado, considerados como meio de relação entre as pessoas que os produziram ou os utilizaram e seus atuais receptores. Atuam como presenças substitutivas, ou um elo entre pessoas de diferentes gerações, porque são testemunhos de idéias e de situações do passado (BALLART, 1997, p.65).

Para Mafalda Reis (apud INSTITUTO AÇORIANO DE CULTURA , 2002), o patrimônio edificado, na escala municipal, compreende um amplo conjunto de elementos inseridos na paisagem, que pela sua singularidade e expressividade no conjunto do território, adquire valor, do ponto de vista artístico, arquitetônico, urbanístico e/ou de paisagem, constituindo grande potencial de desenvolvimento local.

4.2. POR QUE PRESERVAR?

“[...]a idéia de preservar está interligada à idéia de patrimônio em si;...Por exemplo, a idéia do que se faz em um museu, na realidade, é marcar, registrar uma memória, que é informação, e é esta informação que servirá como base para uma ação futura. Na medida em que atribuímos valores, nós criamos bens, transformamos as coisas, os objetos e os artefatos em bens, e os bens constituem o patrimônio__ o patrimônio é suscetível de ser adquirido, de ser transmitido. Portanto, é condição necessária do patrimônio que ele seja preservado.” (RUSSIO apud ARANTES, 1984, p. 63).

Um determinado tipo de construção pode até não causar nenhuma satisfação estética, conclui Rússio (apud ARANTES, 1984, p 77), mas ele é documental e testemunhal de uma fase, de um período econômico, de uma fase de transição de modelos sócio-culturais, políticos, etc, então há que se preservá-lo, há que se registrá-lo.

Um dos pontos com o qual o arquiteto deveria se preocupar ao projetar novas edificações, é com que a intervenção tenha um caráter revitalizador para o espaço urbano onde estes edifícios estão inseridos, pois, ao optar pela política de destruição, o arquiteto está aceitando que suas obras sejam também destruídas no futuro. Uma vez que ele opta por esta política de substituição sistemática, está concordando com que aquilo que ele edificou hoje seja derrubado amanhã. Assim não restará nenhum testemunho de obra alguma, e com isso a história se perde. A atual busca constante pelo “moderno”, muitas vezes em nome do progresso, destruiu inúmeras preciosidades de nossa arquitetura, tanto religiosa, quanto civil ou militar (RODRIGUES, 1979).

Segundo definições constadas na Carta de Nairóbe, aprovada pela conferência geral da organização das nações unidas em 1976, preservação deve significar a identificação, proteção, conservação, restauração, renovação, manutenção e revitalização de conjuntos históricos ou tradicionais e de seu entorno (MASCARELLO, org , 1986, p.105).

Assim, um dos princípios gerais desta carta é a necessidade do julgamento em que o governo e os cidadãos devem ter em preservar os conjuntos históricos e seus entornos como uma forma insubstituível de herança e integrá-la na vida social e contemporânea. Desta forma, essa herança deve ser ativamente protegida contra

qualquer tipo de destruição, particularmente os que resultam em um uso inconveniente, com adições desnecessárias e deturpadas ou mudanças insensíveis que enfraquecem suas autenticidades. Uma das medidas é a existencia de planos de preservação e documentação redigidos e estudados por grupos multidisciplinares compostos por: especialistas em conservação e restauração, arquitetos e planejadores, sociólogos e economistas, ecológos e paisagistas, especialistas em saúde pública e bem estar social, e de um modo mais geral, especialistas nas disciplinas que envolvem a proteção e embelezamento dos conjuntos históricos (MASCARELLO, org , 1986, p.105 e 108).

Esta preocupação em conservar e preservar as belas obras do passado criam constantemente grandes dificuldades. Segundo AGACHE (1915), o arquiteto e urbanista é quem deverá achar as soluções mais convenientes para cada caso. É importante que ele não deixe de considerar como relíquia, as pequenas edificações que vem de séculos passados, que muitas vezes são demolidas, desconsideradas ou lamentavelmente alteradas, pela falta de conhecimento das pessoas. Isso inclui também arquitetos, que desrespeitam e consideram estas edificações como arquitetura sem tradição ou de pouco gosto.

Preservar uma edificação histórica é oferecer à sociedade uma fonte valiosa de informações. Na concepção de Lynch (1975), é preciso comunicar ao público os conhecimentos históricos para educá-lo e entretê-lo. As palavras e as imagens documentais são informações, mas os artefatos reais produzem às pessoas uma impressão bem mais profunda sobre a história.

“Rodearmos de edifícios e objetos do passado, ou melhor ainda, atuarmos como se estivéssemos no passado, é uma excelente maneira de aprender coisas sobre ele.” (LYNCH, 1975, p79).

Outra razão importante para a preservação do patrimônio, citados em vários textos sobre o tema, é o turismo. A exploração dos monumentos franceses na atração de turistas é imaginada com base no modelo que a Itália desenvolvera (CHOAY, 2001).

Através do valor de saber preservar e enaltecer o patrimônio edificado, muitas cidades enriquecem com o turismo. A Europa é um dos exemplos mais

conhecidos, onde a arquitetura histórica é o seu principal atrativo, e é por isso que toda e qualquer edificação identificada como “patrimônio” é respeitada e preservada.

4.3. POR QUE DOCUMENTAR?

AGACHE (1915), já afirmava que são os arquitetos e urbanistas que devem assegurar toda e qualquer intervenção sobre o urbanismo e seu patrimônio. Todo município deveria criar uma comissão de estudos, formada por especialistas na área, para discutir e propor um programa e com ele designar soluções para os problemas de intervenções urbanísticas sobre cada edificação. No entanto, o autor conclui que, somente o programa seria insuficiente para quem o fosse interpretar, se o mesmo não estivesse acompanhado de um número de documentos indispensáveis. Dentre estes itens, o autor cita como uns dos principais as vistas gerais e detalhadas de cada edificação obtidas através de fotografias.

A documentação garante autenticidade ao patrimônio, concebido como herança de tradições e estilos que devem ser mantidos em sua originalidade. Um dos itens citados nas Cartas Patrimoniais (IPHAN, 2000) é a autenticidade desses documentos e das edificações que devem se manifestar, se alicerçar e se manter na veracidade dos patrimônios que o homem recebe e transmite à posteridade.

O significado da palavra autenticidade está intimamente ligado à idéia de verdade: autêntico é o que é verdadeiro, o que é dado como certo, sobre o qual não há dúvidas. Os edifícios e lugares são objetos materiais, portadores de uma mensagem ou de um argumento cuja validade em um contexto social e cultural determinado, os convertem em patrimônio. Pode-se dizer, com base neste princípio, que a sociedade encontra-se diante de um bem autêntico quando há correspondência entre o objeto material e seu significado (IPHAN, 2000).

O sistema de informação municipal que também gera os processos de gestão urbana, recorre necessariamente ao patrimônio edificado, por isso ele deve ser autêntico, porque gera produção de instrumentos que estudam e divulgam o patrimônio enquanto valor a preservar e porque elabora instrumentos orientadores

das políticas de desenvolvimento nas diversas áreas de intervenção, na vertente da educação e cultura, do turismo e lazer e do urbanismo (INSTITUTO AÇORIANO DE CULTURA, 2002).

A documentação gráfica e o sistema de registro adquirem um importante protagonismo, tanto por converter-se em instrumentos imprescindíveis para a investigação histórica (arqueologia da arquitetura), como por constituir o suporte para sua gestão e posterior difusão do registro da memória. As técnicas e métodos operativos desenvolvidos, implantados e apurados dentro da equipe, correspondem a experiência e o intercâmbio de informação obtida do contato multidisciplinar com profissionais diversos, como arqueólogos e historiadores, arquitetos, engenheiros técnicos, topógrafos, informáticos (INSTITUTO AÇORIANO DE CULTURA, 2002).

Com o objetivo de promover esta ação de importância universal, o ICOMOS - Conselho Internacional de Monumentos e Sítios, prossegue no exercício de sua tríplice missão: assessoria científica, centro de reflexão e órgão difusor de metodologia e tecnologia contemporâneas. Sendo membro da UNESCO, atua e interage sempre como organização operacional que é, na maioria dos países do mundo (IPHAN,2000).

Assim, na reunião do ICOMOS em Washington (1987), a técnica fotogramétrica foi apontada como a mais indicada para o levantamento arquitetônico preciso de monumentos e sítios históricos. A recomendação do ICOMOS é que cada país constitua um arquivo fotogramétrico de seus monumentos históricos. A utilização da fotogrametria à curta distância aliada a bancos de dados contendo informações sobre os monumentos é sem dúvida um dos mais importantes instrumentos tecnológicos disponíveis para registro. É necessário portanto, divulgar mais amplamente a importância da utilização da fotogrametria arquitetural como ferramenta para a preservação do patrimônio histórico. (ALTROCK, 2004).

4.4. POR QUE RESTAURAR?

O restauro de edificações arquitetônicas é um dos principais meios de conservação de um bem histórico e de valor cultural. No entanto, muitas vezes, quando se percebe a degradação do edifício, opta-se por reformá-lo parcialmente e em etapas, ameaçando assim a perda de suas características históricas e estéticas.

Em uma reforma, visa-se apenas reparar os problemas que a edificação apresenta, devolvendo sua funcionalidade e adaptando-a as novas necessidades. Conforme o caso pode-se gerar prejuízos à leitura do edifício, descaracterizando-a e alterando sua concepção. Algumas ocasiões, estes procedimentos, acabam gerando outros problemas devido à falta de planejamento do impacto que estas intervenções podem causar, seja pela incompatibilidade entre os materiais originais da edificação e os inseridos nas reformas, seja pelos efeitos físicos ou estruturais destes, que podem alterar a estabilidade das estruturas, ou interferir nas condições climáticas e ambientais à que a edificação estava adaptada. Estas medidas podem solucionar alguns problemas apenas em curto prazo, sendo necessário em pouco tempo novas intervenções para a solução dos mesmos problemas (FINGER;CORREA;NETO,2006)

Uma restauração considera, além dos danos existentes, o conjunto da obra, em sua concepção formal, estilística, histórica, propondo medidas que solucionem os problemas imediatos e os futuros que possam ocorrer, inclusive com a inserção de novos materiais durante a obra. Além disso, também visa sua adaptação às novas necessidades, mas de forma a não comprometer a leitura do conjunto do edifício, e preservando-o da forma mais íntegra possível. Um projeto de restauração prevê recomendações de gestão e de conservação preventiva da edificação, que se seguidas adequadamente, permitem sua manutenção por muito mais tempo, sem a necessidade de novas intervenções (FINGER;CORREA;NETO;2006)

Viollet-le-Duc enunciou no verbete “Restauração” publicado no *Dictionnaire Raisonné de l’Architecture Française du XV au XVI siècle*, editado entre 1854 e 1868:

“Restaurar um edifício não é mantê-lo, repará-lo ou refazê-lo, é restabelecê-lo em um estado completo que pode não ter existido nunca em um dado momento.” (Viollet-le-Duc, 2000, p29).

Em uma restauração, são diversos os conceitos existentes para a escolha da intervenção a ser tomada. Para Viollet-le-Duc, em um projeto de restauro pode-se incluir a continuação de parte do projeto original não executado ou até mesmo a implementação de novos e modernos elementos arquitetônicos. Ruskin, pelo contrário, defendia a manutenção da edificação no estado em que ela se encontra, juntamente com as características de degradação adquiridas através do tempo, ou seja, o importante era somente evitar que o processo de deteriorização não continuasse.

No entanto, nem a intervenção mais invasiva ou inovadora e nem mesmo a conservação somente do existente serviria como regra na execução de um projeto de restauro. É preciso avaliar todos os conceitos e embasar critérios bem definidos para cada caso no momento de decidir qual intervenção a ser realizada. Esses critérios muitas vezes são definidos até mesmo pela cultura local, pelo fim a ser destinado a edificação, pela religião ou crença da sociedade que a mantém e até mesmo, pela disponibilidade financeira destinada ao restauro da edificação. Assim, se for devidamente fundamentada a inclusão de novos elementos, pode-se propô-la, desde que se haja atenção na harmonia e no sentimento estético produzida pela ligação e o contraste da mesma sobre a edificação histórica.

É difícil definir uma única linha de pensamento e procedimento, que deva ser rigorosamente seguida e aplicada a toda e qualquer obra de restauro. As peculiaridades das estruturas do patrimônio, com suas complexidades históricas, requerem a organização de estudos e propostas em etapas, semelhantes àquelas usadas em medicina. Anamnese, diagnóstico, terapia e acompanhamento. Estes três momentos ou etapas correspondem, respectivamente, à busca de dados e informações significativas, identificação das causas de danos e degradações, escolha de medidas de reparo e controle da eficiência das intervenções. Para obter adequação de custos e mínimo impacto no patrimônio arquitetônico, usando os recursos disponíveis de uma maneira racional, é normalmente necessário que o estudo repita estes passos em um processo interativo (ICOMOS, 2001).

Na concepção de Viollet-le-Duc (2000), o arquiteto deve agir como um cirurgião habilidoso e experimentado, que somente intervém em um órgão após ter adquirido o conhecimento completo de sua função e depois de ter previsto as consequências imediatas ou futuras de sua operação.

“Se for aleatório, mais vale que se abstenha. Mais vale deixar morrer o doente do que o matar” (Viollet-le-Duc, 2000, p29).

GALLO (2002) acredita que, para compreender os procedimentos de uma restauração, é preciso preliminarmente ter conhecimento dos documentos normativos e referenciais na área de preservação, que foram formalizadas e incorporadas nas chamadas Cartas Patrimoniais. São eles verdadeiros guias para a atividade de preservação e restauração. Assim, serão apresentadas no item a seguir, alguns exemplos de metodologias para restauro do patrimônio arquitetônico.

4.5 . METODOLOGIAS PARA UM PROJETO DE RESTAURO

Foram encontradas três referências bibliográficas que descrevem os procedimentos e definem as etapas a serem seguidas para a realização de um projeto de restauro: Gallo, H. (2002), ICOMOS(2001) e CULTINAT(2004).

A primeira referência apresentada foi obtida através de um artigo em que o arquiteto Haroldo Gallo relata o seu modo de realizar um projeto de restauro e define detalhadamente quais os procedimentos usados por ele.

Gallo (2002), pressupõe ter um projeto específico de restauração e preservação arquitetônica as seguintes atividades: pesquisa histórica, concepção, desenvolvimento, realização da obra, documentação da execução e divulgação e difusão.

A pesquisa histórica compreende o estudo das fontes documentais e do objeto da preservação. E são divididas em fontes documentais primárias: documentos escritos e iconográficos disponíveis (inventários, escrituras, fotografias antigas, desenhos originais, etc) e fontes documentais secundárias: bibliografia disponível sobre o objeto de pesquisa (ex: conjunto de estudos analíticos

monográficos publicados). Porém é o objeto, na realidade, o principal documento. O seu estudo direto e a interpretação dos dados daí obtidos devem ser confrontados com as informações das demais fontes e as conclusões incorporadas ao processo de pesquisa.

A pesquisa do objeto é constituída de levantamento métrico, que compreende a determinação geométrica de toda a edificação, tanto dos bens arquitetônicos quanto dos bens integrados, como obras de arte, mobiliário, equipamentos, etc., e seu registro gráfico pelas formas convencionais da arquitetura, como plantas, cortes e elevações. Além disso, deve-se realizar, também, um levantamento fotográfico sistemático, no estágio que antecede a intervenção, para obtenção de um registro criterioso de todas as imagens, que permita a compreensão e reconstituição integral da edificação no conjunto e em seus pormenores. A pesquisa do objeto prevê também prospecções, que compreendem três categorias de elementos distintos: os componentes do artefato edifício e a identificação das alterações e sobreposições. Finalmente, são feitos o levantamento e a análise do estado de conservação e identificação de patologias.

A concepção do projeto compreende as etapas de estudo preliminar e anteprojeto, e envolve a definição dos critérios de intervenção e do partido arquitetônico a ser adotado, ou seja, a definição das linhas gerais da futura obra de restauração.

No desenvolvimento a própria execução da obra permite investigar o objeto de forma mais aprofundada, na medida em que se interfere diretamente no artefato existente. Assim sendo, a execução dos serviços e os procedimentos de construção possibilitam novas descobertas que, ampliando o conhecimento do objeto, podem definir à inclusão de novos critérios, serviços e procedimentos técnicos, até então não considerados. Nesse sentido, o projeto arquitetônico de restauração de edifícios históricos deve ser entendido como uma obra aberta a revisões.

Na documentação, toda e qualquer intervenção de restauro deve ser minuciosamente documentada em todo o seu processo, recorrendo-se tanto a registros escritos e iconográficos, como fotografias e desenhos.

A pesquisa do objeto e a pesquisa histórica, em forma mais ampla, têm especial importância, uma vez que, do seu conhecimento são obtidas as diretrizes de intervenção a serem desenvolvidas no projeto. Este é um fator distintivo que singulariza o processo de projeto de restauro (GALLO, 2002).

A segunda referência sobre metodologia de restauro, vem do documento elaborado pelo Conselho Internacional de Monumentos e Sítios - ICOMOS, que a partir de uma reunião em Paris no dia 13 de setembro de 2001, discutiu diretrizes e métodos que foram aprovados e documentados. De acordo com esse documento, segue a descrição dos procedimentos essenciais para análise, conservação e restauração estrutural do patrimônio arquitetônico recomendadas pela ICOMOS em 2001.

A Pesquisa histórica e compreensão arquitetônica e estrutural serve para compreender a concepção e o significado do edifício, as técnicas e a perícia usadas na sua construção, as modificações tanto na estrutura como no ambiente ao seu redor e, finalmente, os eventos que possam ter causado danos. A validação e a interpretação meticulosa são essenciais para produzir informações confiáveis sobre a história do edifício.

Uma vez que toda a documentação estiver coletada, as fontes devem ser classificadas de acordo com a sua confiabilidade na sua tentativa de recriar a história da construção. As suposições feitas na interpretação do material histórico devem ser deixadas claras. Uma atenção especial deve ser dada para quaisquer danos, colapsos, reconstruções, adições, modificações, trabalhos de restauração, modificações estruturais e qualquer mudança no uso da estrutura que tenha caracterizado à sua condição atual.

No levantamento da estrutura, a observação direta da mesma é uma fase essencial do estudo, geralmente feita por uma equipe qualificada multidisciplinar a fim de fornecer uma compreensão inicial da estrutura e de dar uma direção apropriada às investigações subseqüentes. Entre os objetivos principais estão:

- I - Identificar deterioração e danos,
- II - Determinar se os fenômenos estão estabilizados ou não,
- III - Decidir se há riscos imediatos e medidas urgentes a serem tomadas,
- IV - Descobrir se o meio ambiente é danoso ao edifício.

O estudo de falhas estruturais começa pelo mapeamento de danos visíveis e é uma tarefa bastante delicada na qual a interpretação do que foi encontrado deve ser usada para direcionar o processo de levantamento. Durante este processo, o especialista já deve estar desenvolvendo alternativas de possíveis esquemas estruturais de modo que aspectos críticos da estrutura possam ser examinados em maiores detalhes.

Os levantamentos geométricos ou desenhos devem mapear diferentes tipos de materiais, notando sua deterioração e suas irregularidades e danos estruturais, prestando atenção especial aos padrões de fissura e às evidências de esmagamento. Irregularidades geométricas podem ser o resultado de deformações prévias e/ou indicar a ligação entre diferentes etapas de construção ou alterações nas estruturas.

A pesquisa de campo e ensaios de laboratório são testes que possuem como objetivo identificar as características mecânicas (resistência, deformabilidade, etc.), físicas (porosidade, etc.) e químicas (composição, etc.) dos materiais, as tensões e deformações da estrutura, a presença de descontinuidades e/ou trincas no interior da estrutura, etc.

O monitoramento a longo prazo (observação estrutural durante um período de tempo) pode ser necessária não somente para adquirir informação útil quando existir suspeita de fenômeno progressivo, mas também durante os diferentes estágios de intervenção estrutural. Neste caso, os efeitos são monitorados a cada estágio (abordagem de observação) e dados adquiridos serão usados como base para qualquer decisão futura.

Na identificação das causas (diagnóstico) verificam-se as causas de danos e deterioração com base nos dados adquiridos, obedecendo três aspectos: análise histórica, qualitativa e quantitativa. O diagnóstico é geralmente uma fase difícil, uma vez que os dados disponíveis freqüentemente se referem a efeitos enquanto o que deve ser determinado é a causa – ou, como geralmente é o caso, as várias causas concomitantes. Por esse motivo que a intuição e a experiência são componentes essenciais no processo de diagnóstico. Um diagnóstico correto é indispensável para uma avaliação adequada da segurança e para decisões racionais sobre as medidas de tratamento a serem adotadas.

A avaliação de Segurança é o próximo passo para completar a fase de diagnóstico. Enquanto o objetivo do diagnóstico é identificar as causas de danos e de deterioração, a avaliação de segurança deve determinar se os níveis de segurança são aceitáveis, ao analisar a condição atual da estrutura e dos materiais. Nesta etapa é decidida a necessidade de medidas corretivas e a sua extensão no processo de restauração.

Para a avaliação da segurança, obtém-se o “melhor julgamento” após a análise e a combinação de todas as informações obtidas a partir da pesquisa histórica, abordagem qualitativa, analítica e experimental.

O julgamento deve levar em consideração tanto aspectos objetivos quanto subjetivos, tendo sido pesados com base na confiabilidade dos dados e nas suposições feitas. Tudo isto deve fazer parte do “Memorial Justificativo” (Relatório Explicativo).

As decisões e o memorial justificativo (relatório explicativo) como julgamentos qualitativos podem ter um papel tão importante quanto dados quantitativos, a aplicação da segurança e as decisões conseqüentes sobre a intervenção devem ser colocadas no “Memorial Justificativo” (Relatório Explicativo), já referido, onde todas as considerações relacionadas à avaliação e às decisões finais são claramente explicadas.

A terceira e última referência encontrada sobre a metodologia de restauro foi a partir da página internet do centro de documentação cultural e natural do patrimônio - Center for the Documentation of the Cultural and Natural Heritage - CULTNAT que pesquisa e divulga trabalhos e desenvolvimentos que são realizados no mundo e em diversas instituições de ensino avançado. A partir da pesquisa feita sobre a faculdade de engenharia da Universidade do Cairo, que possui o Centro de Engenharia para Arqueologia e Ambiente “Engineering Center for Archeology and Environment - ECAE”, foi possível encontrar a descrição de uma forma sucinta e técnica, de toda a teoria citada anteriormente através de uma metodologia por eles adotada para a realização de projetos de restauração baseada na experiência de outros países e na experiência local dos egípcios da Universidade do Cairo. Ela respeita a Carta de Atenas, a Carta de Veneza, e as normas de Quito (CULTNAT, 2004).

O método consiste em 3 fases (CULTNAT, 2004):

Fase 1 – Documentação

1.1 - Estudos históricos, fotografias, pesquisas e documentação arquitetônica para o fornecimento dos seguintes elementos:

1.2 - Localização: coordenadas, acessibilidade, limites e relação com o entorno.

1.3 - Registro histórico: período e data da construção e nome do construtor.

1.4 - Função: residência, igreja, capela, templo, instituição, escola, etc.

1.5 - Elementos arquitetônicos: colunas, portas, janelas, paredes. Estes elementos são registrados com mapas, plantas, desenhos, croquis, esboços e fotos que dão uma descrição completa de todos os espaços, usos e relações entre eles, de acordo com a função da construção.

1.6 - Tipo de material: pedra, madeira ou adobe nos diferentes elementos arquitetônicos, suas origens e composição específica.

1.7 - Mudanças/Modificações: toda e qualquer implementação, intervenção ou alteração realizada pelos diferentes usuários do monumento e as adaptações feitas pelos mesmos para adequação, por exemplo, de uma nova função, diferente da de sua origem.

1.8 - Fases de restauração: todos os trabalhos de restauro previamente executados durante todo o período de sua vida útil como edificação (quando? Quais partes ou elementos? Onde? Qual material usado? Custos?)

Fase 2 – Estudos técnicos

Estudo de solo e fundação, estudo de materiais de construção, avaliação estrutural, estudo hidráulico, lumínico, de segurança e prevenção contra incêndio. Portanto, é realizada uma avaliação geo-ambiental do monumento que define:

2.1 - Qualidade do ar: o ar é analisado para determinar a composição e concentração de poluentes.

2.2 - Água subterrânea: análise amostral da água subterrânea para identificação da acidez, agressividade da água e sua salinidade.

2.3 - Características da rocha e do solo: determinação das propriedades geotécnicas (física, mecânica) de diferentes camadas do solo para determinar a estabilidade das fundações.

2.4 - Variação da temperatura: durante o dia e a noite, no verão e no inverno, para medir e avaliar o efeito das mudanças diurnas do ambiente no local do monumento e seus efeitos de umidade, dilatação das fissuras e rachaduras, e reações químicas.

2.5 - Fenômeno de degradação: diagnósticos patológicos .

2.6 - Avaliação da estabilidade estrutural: reconhecimento e mensuração da maioria das rachaduras que separa elementos estruturais devido a diferentes tipos de junções da fundação ou devido ao movimento do solo.

Fase 3 – Projeto de restauração e desenho

Finalmente, o planejamento apropriado das medidas de restauro a serem tomadas acompanhadas de especificações técnicas, custo de quantidades e materiais, e desenhos técnicos do projeto (CULTNAT, 2004).

A partir do embasamento e a descrição dos processos metodológicos para a conservação e o restauro acima mencionadas, é pertinente ressaltar que a fotogrametria pode servir como um valioso instrumento, principalmente, nas seguintes abordagens:

Para a pesquisa do objeto, auxilia no levantamento da geometria e no registro gráfico dos bens arquitetônicos. Isto poderá ser verificado no trabalho proposto para esta dissertação a partir do estudo de caso desta pesquisa (ver capítulo 5).

No estudo de falhas estruturais e diagnóstico, a técnica fotogramétrica colabora no mapeamento de danos visíveis (uma vez identificado o dano, é possível registrá-lo com precisão).

No monitoramento é possível controlar as mudanças na abertura de trincas a partir da colocação de um selo (testemunha) sobre elas. As fotos retificadas podem fornecer com precisão a evolução das mesmas, revelando fenômenos progressivos nas estruturas.

Para o desenvolvimento (execução da obra), as novas descobertas podem ser avaliadas pela fotogrametria, principalmente em casos em que a coleta de dados e medição são inacessíveis ao especialista ou quando esse processo possa trazer riscos ao patrimônio ou falta de segurança.

Finalmente, na documentação da intervenção, assim como, no memorial justificativo, a inclusão dos registros fotogramétricos até então adquiridos são fundamentais como registros precisos que servem para esclarecer , de forma técnica, a razão pela qual foi proposta as intervenções de projeto, além de ser um documento valioso de informações sobre as características e o estado de conservação da edificação anterior à realização do restauro.

4.6. FOTOGRAFIA

Com o surgimento da fotografia Roland Barthes (apud Choay, 2001) compreendeu que esse “objeto antropológicamente novo” não vinha fazer concorrência, nem contestar, nem rejeitar a pintura. Ela traz um novo tipo de prova que nenhum escrito pode dar. Esse poder de conferir autenticidade relaciona-se certamente às reações químicas que fazem da fotografia uma emanção do referente e, ao mesmo tempo, lhe conferem também o poder de ressuscitar. A fotografia contribui, além disso, para a semantização do monumento-sinal. Toda construção pode ser promovida a monumento pelas novas técnicas de “comunicação”.

Segundo Viollet-le-Duc (2000), a fotografia assumiu um papel importante no auxílio ao trabalho de restauração dos edifícios antigos. Quando os arquitetos tinham à sua disposição somente os meios comuns de desenho, mesmo os mais exatos, era-lhes bastante difícil não cometer algumas omissões, não negligenciar alguns traços pouco aparentes. Com o uso da fotografia após o término do trabalho de restauração, pode-se sempre contestar a exatidão dos levantamentos gráficos daquilo a que se chama *estados atuais*. Ela apresenta essa vantagem de fornecer relatórios irrefutáveis e documentos que podem ser consultados sem cessar, mesmo quando as restaurações mascaram os traços deixados pela ruína. A fotografia levou, naturalmente, os arquitetos a serem mais escrupulosos no respeito pelos detalhes, melhor conscientização da estrutura, e fornece-lhes um meio permanente de justificar suas operações. Muitas vezes, se descobre na foto aquilo que não se tinha percebido no próprio monumento.

As potencialidades da fotografia está no registro instantâneo e fiel, na obtenção de informações adicionais sobre sua cor e textura, possibilitando a identificação de materiais que a compõem e seu estado de conservação, além de revelar detalhes das estruturas fornecendo documentos de estados sucessivos de obras em andamento.

A difusão da fotografia, permite que pessoas comuns registrem cenas do cotidiano, incluindo monumentos arquitetônicos de grande valor histórico. Esses

registros amadores são, muitas vezes, a única fonte de informações a respeito da edificação e podem servir como base de seu cadastramento (MEDINA, 2002).

A partir da fotografia, surgiu a fotogrametria, desta forma, além das potencialidades já mencionadas, foi possível a obtenção precisa da geometria do objeto contido na imagem fotográfica, facilitando a extração de dados para documentação e cadastro, além de possibilitar o planejamento e a representação da imagem de uma edificação sonhada ou projetada sobre a imagem de uma outra já construída, autêntica e fotografada. Isso permite a visão da combinação entre ambas, possibilitando prever intervenções futuras que interfiram na paisagem ou na construção existente. A pirâmide do Louvre, por exemplo, já existia antes que se iniciasse sua construção.

4.7. FOTOGRAMETRIA

4.7.1. DEFINIÇÃO

A palavra Fotogrametria é derivada de três palavras de origem grega: “photos” (luz), “gramma” (descrição) e “metron” (medida). E pode ser definida como uma técnica de extrair de fotografias, as formas, as dimensões e as posições dos objetos nelas contidos (AMORIM et GROETELAARS, 2004).

A Fotogrametria também pode ser definida como a ciência e tecnologia para a determinação de informações precisas de objetos e do meio ambiente, a partir do registro, mensuração e interpretação de imagens fotográficas (LOCH & LAPOLLI, 1994).

Entre os maiores benefícios da Fotogrametria sobre outros procedimentos de campo pode-se citar: o aumento da precisão, a informação da construção mais completa, custos reduzidos, além do tempo reduzido a campo. Estes benefícios são resultados da substituição de medidas de campo por medição de imagens. Isto remove a necessidade do acesso físico em cada ponto que a medida é necessária (MELLO, 2002, p12).

A aplicação da Fotogrametria é dividida em dois tipos, a terrestre, fotografias tomadas a partir da superfície terrestre, e a aérea, também chamada de aerofotogrametria, quando câmaras são montadas em aeronaves ou espaçonaves e tiradas a partir de vôos sobre a área de registro.

Os produtos hoje obtidos através da fotogrametria contêm um valioso caudal de informações que, uma vez decifrados por especialistas e técnicos em sistemas de processamento, constituem uma importante ferramenta para a realização e controle de muitos aspectos da atividade prática do homem.

Com o grande avanço da Informática nas duas últimas décadas e, também, com a produção de equipamentos computacionais cada vez mais velozes no processamento e maior capacidade de memória eletrônica para armazenamento dos dados, a fotogrametria e o desenvolvimento de seus produtos deu um grande salto em questões de precisão, acurácia, qualidade de imagem, diversificação maior de produtos e velocidade na obtenção dos mesmos.

Históricamente, as soluções gráficas nos primórdios da Fotogrametria foram utilizadas por Aimé Laussedat que, em 1849, foi o primeiro a utilizar fotografias para auxiliar na confecção de mapas. No entanto, o termo fotogrametria, somente apareceu no ano de 1893, quando o Dr. Albrecht Meydenbauer o utilizou pela primeira vez. O novo vocabulário teve grande aceitação (ROCHA et al, 2004).

As técnicas analógicas começaram a ser utilizadas depois de 1901, quando o alemão Dr. Carl Pulfrich inventa o estereocomparador, o que facilitou o trabalho dos usuários, graças à substituição de inúmeros cálculos matemáticos e operações geométricas por equipamentos ótico-mecânicos. As soluções analógicas foram amplamente substituídas pelos processos analíticos e, mais recentemente, pelos digitais (AMORIM et GROETELAARS, 2004).

4.7.2. FOTOGRAMETRIA TERRESTRE E À CURTA DISTÂNCIA

A Fotogrametria terrestre foi a ciência precursora, uma vez que na época de seu aparecimento, em meados do século XIX ainda não existiam aeronave². Posteriormente, passou-se a fotografar de balões e aeroplanos, surgindo então a Fotogrametria aérea (MELLO, 2002, p13).

O termo fotogrametria a curta distância para Kraus (1993) é um ramo da técnica onde o objeto deve estar entre 1m a 100m da câmara e para Atkinson (1996) é quando a extensão do objeto é menor que 100m e as câmaras são posicionadas próximas a ele.

Coelho (2000) afirma que fotogrametria a curta distância é também conhecida como fotogrametria terrestre. Loch (1994) acredita que é pelo fato da fotografia ser obtida de um ponto da superfície terrestre, portanto os autores entendem fotogrametria terrestre e fotogrametria à curta distância como sinônimos.

No entanto, Westphal (1999) diz que o termo fotogrametria a curta distância pode ser empregado quando a distância entre a câmara e o objeto, não ultrapassa os 300 metros, para fotogrametria terrestre, e os 1000 metros para fotogrametria aérea.

Kraus (1993) completa dizendo que as fotografias terrestres a longas distâncias, são utilizadas apenas em casos especiais como por exemplo em medições topográficas por expedições e pesquisas glaciais .

Coelho (2000) menciona em um outro critério de classificação, que na fotogrametria à curta distância há convergência dos eixos ópticos substituindo o paralelismo, ou seja, o foco não é dado ao infinito.

Portanto, dentre autores pesquisados podemos associar as seguintes características à fotogrametria a curta distância: as imagens são obtidas por volta do objeto, o eixo das câmeras podem ser convergentes, as fotografias são obtidas de estações fixas e geralmente de posições determinadas sobre o terreno e devem respeitar uma distância máxima de 300 metros entre a câmera e o objeto.

² A aeronave foi inventada somente em 23 de outubro de 1906, por Alberto Santos Dumont. Contudo a plataforma aérea não foi utilizada de imediato, pois ainda eram necessários aperfeiçoamentos e adaptações (ROCHA et al, 2004).

A Fotografia terrestre pode ser estática ou dinâmica, as fotos devem ser obtidas sobre o terreno, e é chamada de horizontal quando o seu eixo principal é horizontal entre a câmera e o objeto, oblíqua, quando o eixo principal é inclinado.

Outro ponto, de extrema relevância é a dificuldade de homogeneização de métodos, pois com o avanço tecnológico, equipamentos convencionais são utilizados em certos estudos, provocando um leque heterogêneo de métodos e resultados.

Tanto a fotogrametria terrestre como fotogrametria à curta distância são muito mais eficientes e econômicas que a poucas décadas atrás, principalmente devido ao avanço da tecnologia digital e no desenvolvimento de avançados sistemas de processamento. Atualmente, a falta de rigor no uso de câmeras métricas, requer novos mercados sobre a demanda fotogramétrica. Além de que, há mais técnicos de diferentes áreas interessados em aplicar processos fotogramétricos em seu campo de trabalho. Esta realidade pode ser verificada em mercados específicos tais como fotogrametria arquitetural, arqueológica e industrial (Lema et Tortosa, 2004). Também pode ser aplicada na medicina, esportes, animações, filmagens e acidentes de trânsito. Um exemplo deste avanço no mercado é a possibilidade de restituir e recuperar edificações através de fotos antigas, obtidas sem nenhuma precisão métrica. A principal vantagem é que em muitos casos, a fotografia antiga pode ser a única fonte de dados sobre uma edificação já destruída. E com o método fotogramétrico pode-se obter toda a geometria de sua arquitetura.

Os resultados da fotogrametria à curta distância devem geralmente ser avaliados rapidamente após a aquisição de imagens podendo ser usados para vários processos relacionados à mensuração do objeto e suas funções. Uma característica significativa da fotogrametria à curta distância é a grande diversidade de problemas de medição que podem ser solucionadas usando a técnica. Para isso, são utilizados diferentes tipos de câmeras, imagens, configurações, processos fotogramétricos, métodos de análise e forma de resultados a serem considerados, como instrumentação específica e técnicas a serem selecionados dependendo de cada caso em particular (ATKINSON, 1996, p 9).

A sociedade Americana de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto (ASPRS) enumera as seguintes aplicações para a Fotogrametria terrestre à curta distância. São elas:

- a) análise detalhada de fachadas de prédios, servindo para a recuperação de estruturas ou para trabalhos de arquitetura;
- b) mapeamento topográfico, auxiliando nos trabalhos de campo, uma vez que, além de obter dados com o teodolito, ainda obtém a imagem do local, usada em locais de difícil acesso e de grande interesse;
- c) na evolução de escavações ou explorações em minas ou reservas quaisquer;
- d) aplicações na agricultura, ecologia, florestas, arqueologia, paleontologia, criminologia, oceanografia e acidentes de trânsito.

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. O produto é bastante usado para fins comerciais para reforma de edificações, em que não se tem um grande interesse histórico no geral, através do registro de fachadas e interiores das mais importantes edificações e estruturas históricas.

Um dos pontos questionados é porque o produto fotogramétrico não é requerido em todo o projeto relacionado a uma edificação existente ou um monumento. É um erro desconsiderar a grande complexidade e a escolha certa que envolve o trabalho de conservação de edificações. Para muitos projetos, o custo do registro fotogramétrico não é considerado como necessário e justificável. Enquanto que a fotogrametria indubitavelmente representa economia de custo. Portanto, o ideal para a pesquisa e o registro é que a utilização do método fotogramétrico torne-se automático (ATKINSON, 1996).

O levantamento e registro preciso de patrimônio cultural, é essencial para:

- a) acumular conhecimento e propiciar compreensão da herança cultural e sua progressão;
- b) ajudar a manutenção e a preservação do patrimônio de modo fiel a seu aspecto físico, material, construtivo e significado histórico e cultural;

c) possibilitar controle embasado de modificações.

Estes levantamentos e registros, bem organizados, do patrimônio cultural, utilizando padrões internacionalmente aceitos de metodologia, devem ocorrer:

a.1) ao compilar inventário de patrimônio regional ou local;

b.1) ao efetuar pesquisa acadêmica;

c.1) ao planejar quaisquer trabalhos de restauro, de modificação ou de outra intervenção, assim como ao concluir tais trabalhos;

d.1) ao planejar demolição, destruição ou abandono total ou parcial;

e.1) ao surgirem evidências de sua história, durante os trabalhos de reparo, de alteração ou de demolição;

f.1) ao surgir ameaça de dano ao patrimônio, por fenômenos naturais ou atividades humanas;

g.1) ao ocorrer dano, por acidentes ou imprevistos.

Considerando as reais possibilidades de documentação científica e de registro, oferecidas pela fotogrametria a curta distância, arquitetônica e arqueológica, na documentação de monumentos e sítios arquitetônicos e arqueológicos (Resolução nº 2 ICOMOS / CIPA – 15.out.87), a constituição de cadastros fotogramétricos virá complementar o trabalho de inventário patrimonial, além de atender às recomendações internacionais.

Existem, contudo, algumas desvantagens que são obstáculos para a aplicação generalizada desta ciência sendo necessário as determinadas condições para que seja possível fotografar o objeto. Por exemplo deve-se: respeitar uma distância mínima entre a câmera e o objeto, ter um mínimo de obstrução, redução máxima do efeito de sombreamento, visualização de todas as partes do objeto, tentar manter o ângulo fotográfico o mais perpendicular possível.

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 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).

Não se pode deixar de citar que a fotogrametria a curta distância, no entanto, também pode ser utilizada na arqueologia e em levantamentos aéreos principalmente em áreas muito densas e de extensão pequena.

4.7.3. RETIFICAÇÃO DE FOTOGRAFIAS

Para Simon (2000) retificar uma fotografia consiste em projetá-la, segundo seu próprio feixe perspectivo, em um plano horizontal. A necessidade de retificação de fotografias vem pelo fato da superfície fotografada não se apresentar plana, o eixo principal da câmera não se encontrar exatamente vertical e por ser desconhecida a distância exata entre a câmera fotográfica e o objeto.

O produto obtido pelo processo conhecido por retificação diferencial, é denominado de ortofoto³, onde são eliminados os deslocamentos causados na imagem pela fotografia inclinada e pela variação do relevo da superfície fotografada. Em uma ortofoto, as imagens dos objetos são apresentadas em um sistema de projeção ortogonal, ao contrário de uma fotografia, que é concebida em um sistema de projeção central (cônica). O centro perspectivo de uma ortofoto é deslocado para o infinito, portanto todos os raios projetantes são paralelos entre si, mantendo sua verdadeira posição ortográfica, conforme ilustra a Figura 01.

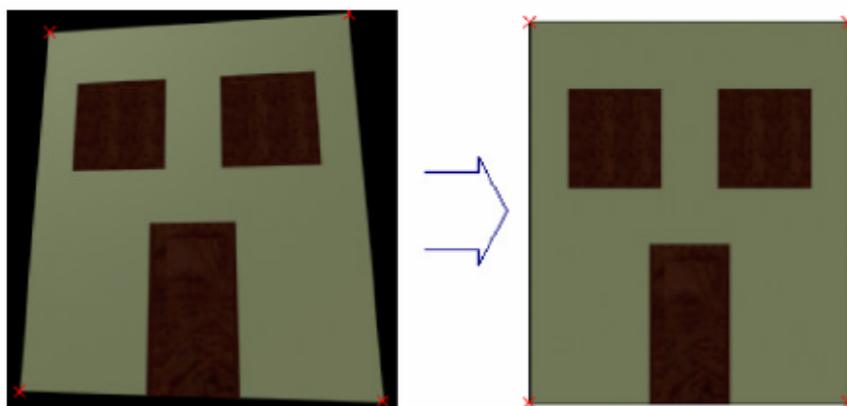


Figura 1 – Exemplo de Retificação de uma foto
 Fonte: <http://mar.te.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.21.20.18/doc/1167.pdf>

Se, por exemplo, uma fachada é muito grande para uma única foto, a retificação é feita peça por peça sendo os resultados das imagens unidos formando

³ Denominação dada a uma foto retificada.

um mosaico. Normalmente, isso é feito através do uso de pontos de controle para a determinação de coeficientes para a transformação projetiva, conforme Figura 2 .



Figura 2 - Uma parte da fotografia foi retificada, o mosaico de várias ortofotos formam a fachada por completo. Fonte: www.rollei.de

Atualmente a produção de ortofotos digitais é uma realidade. Estas, de acordo com Andrade (1998), constituem-se num produto completamente diferente das anteriores ortofotos analógicas, devido à possibilidade de serem trabalhadas com os inúmeros recursos já disponíveis e outros que virão na área de processamento de imagens digitais.

Portanto, este tipo de levantamento é muito importante uma vez que ele pode, através da confecção de ortofotos ou mapas vetoriais das fachadas dos edifícios, demonstrar todos os detalhes geométricos da construção.

4.7.4. TÉCNICAS FOTOGRAMÉTRICAS DE RETIFICAÇÃO

Uma forma de classificar o tipo de técnica fotogramétrica, refere-se à quantidade de fotografias tomadas ou disponíveis de um objeto - uma, duas ou várias fotografias do objeto de interesse, processos conhecidos como:

- a) monorestituição;
- b) estereorestituição ou
- c) restituição a partir de várias fotografias.

4.7.4.1. MONORESTITUIÇÃO

A monorestituição pressupõe a solução do problema em uma única fotografia, sendo necessárias informações sobre aspectos geométricos do objeto. Abaixo verifica-se o posicionamento da câmara na monorestituição. Em preto, o eixo ótico da câmara está perpendicular ao objeto e, em cinza, ele está oblíquo (Figura 3).

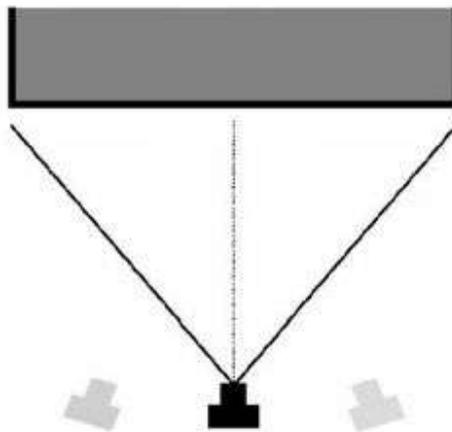


Figura 3 - Posicionamento da câmara na monorestituição. Fonte: AMORIM et GROETELAARS, 2004, p. 3.

Segundo Amorim e Groetelaars (2004, p. 3), em 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 câmara 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.

- a) objetos planos, que apresentam suas extremidades com formas conhecidas, como arestas paralelas e perpendiculares;
- b) objetos planos com formas irregulares, onde são conhecidas pelo menos duas dimensões nas direções horizontal e vertical ou as coordenadas de quatro vértices;

c) objetos que apresentam diversos planos com características geométricas bem definidas, onde é possível a identificação dos eixos X, Y e Z .

A monorestituição possibilita aplicações limitadas, pois há restrições quanto à forma dos objetos e ao tipo dos resultados obtidos, uma vez que só poderão ser restituídas as partes visíveis na fotografia. No entanto, é uma técnica que apresenta baixo custo, fácil utilização e rapidez na obtenção dos produtos, sendo muito interessante para a restituição de monumentos históricos que não mais existem quando se dispõe de apenas uma fotografia (AMORIM et GROETELAARS ,2004, p. 4).

A precisão dos produtos obtidos pela monorestituição depende da escala da foto, da inclinação da fotografia com relação à perpendicular ao eixo ótico da câmara e, principalmente, ao grau de conformidade das informações (por exemplo: paralelismo e perpendicularidade de arestas) com a forma real do objeto fotografado. Apresenta precisão inferior àquela obtida nos dois outros tipos de restituição descritos posteriormente (AMORIM et GROETELAARS, 2004, p. 4).

Uma das importantes práticas da monorestituição é a possibilidade de restituir a imagem de uma edificação histórica já demolida através da utilização de apenas uma fotografia. Muitas vezes, esta é a única fonte de informação sobre o monumento. Como exemplo, Van den Heuvel (2000) realizou uma restituição e a reconstrução virtual de uma edificação não mais existente no centro de Berlim chamada “Kommandantur”, a imagem foi encontrada nos arquivos de Meydenbauer e sua orientação interior e exterior eram desconhecidas. Todos os parâmetros envolvidos foram estimados utilizando-se do método de ajustamento de pontos, normalmente 4 pontos, que compõem retângulos sobre o espaço objeto. Isso facilitou o alcance da precisão geométrico sobre o objeto, ou no caso, sobre a edificação de Meydenbauer. As figuras a seguir mostram a foto original que serviu como fonte para a realização do projeto (fig. 4a), a utilização do método sobre a imagem (fig. 4b) e finalmente, o produto final, a reconstrução virtual da edificação disponibilizada em formato VRML, possibilitando a visualização das 2 faces do monumento. Caso houvesse mais de uma foto com as outras fachadas da edificação, a visualização, então, seria completa (fig. 5).

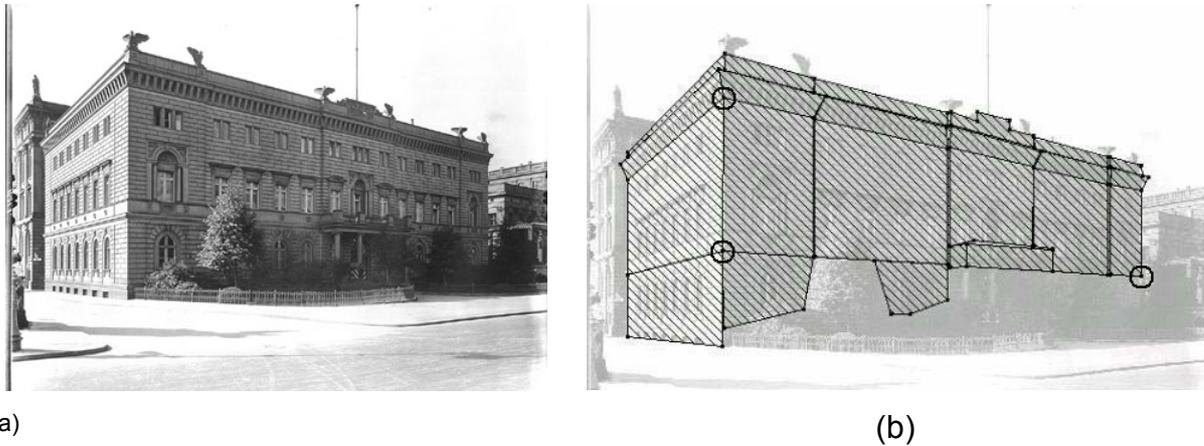


Figura 4 - Foto original da edificação demolida (a). Imagem sendo mensurada através do método de linhas paralelas e perpendiculares sobre a própria Edificação (b).

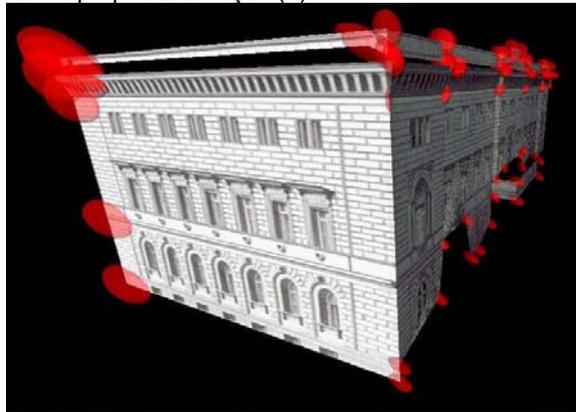


Figura 5 - Reconstrução parcial da Edificação em 3D,

4.7.4.2. ESTEREORESTITUIÇÃO

O método de estereorestituição baseia-se na utilização simultânea de duas fotografias de um mesmo objeto (chamado de estereopar), obtidas com centros de perspectiva diferentes, de forma que as direções dos eixos óticos da câmara nos dois posicionamentos, sejam paralelas entre si (ou próximas a isso) e perpendiculares ao plano do objeto (ver figura 6a). Essa condição, chamada caso normal, é similar à visão humana e garante a visualização estereoscópica (3D) do objeto (quando as fotografias estão devidamente combinadas), efeito este que é usado na restituição do objeto fotografado. A estereorestituição foi, e ainda é, um dos métodos fotogramétricos mais utilizados em levantamentos urbanos e arquitetônicos, por apresentar elevada precisão e permitir o levantamento de

qualquer tipo de objeto, sem restrições quanto à forma geométrica, como na monorestituição (AMORIM et GROETELAARS, 2004, p. 4).

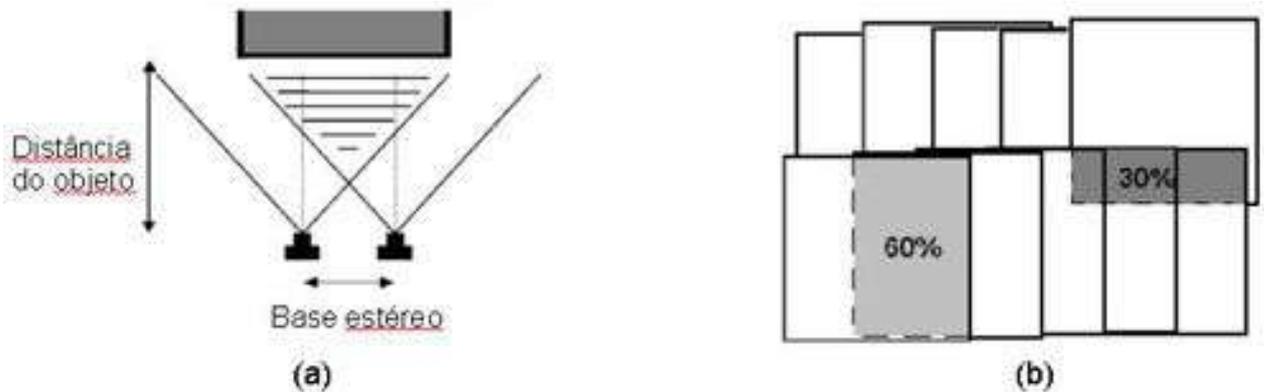


Figura 6 - (a) Relação entre a base estéreo e a distância para o objeto na tomada estereofotogramétrica (b) Representação da área de sobreposição necessária na estereorestituição³ (Fonte: AMORIM et GROETELAARS, 2004, p. 5).

Na estereorestituição, cada ponto do espaço objeto é determinado a partir da identificação de seus dois pontos homólogos⁴ sobre as partes superpostas das fotografias. Para a identificação dos pontos homólogos nas fotografias, é necessário que as fotografias sejam tomadas de tal forma, que haja uma área de superposição das imagens. Geralmente os valores de superposição são 60% na horizontal e 30% na vertical (figura 6b) no caso de fotografias terrestres (direção do eixo ótico da câmara na horizontal).

A estereofotogrametria pode e deve ser usada no levantamento de superfícies não planas - colunas, capitéis, estátuas, cúpulas, abóbadas, detalhes em relevo, e permite a representação em plantas, cortes ou elevações através de isolinhas isométricas ou curvas de isovalor. A equidistância entre as curvas é determinada com base no relevo do objeto, na escala do levantamento e na precisão requerida (AMORIM et GROETELAARS, 2004, p. 5).

Um exemplo da utilização do método de estereorestituição foi um projeto de levantamento e registro da geometria arquitetônica, além de detalhes das fachadas, o modelo 3D vectorial da Igreja e o modelo 3D renderizado com fotografias retificadas. Este projeto contemplou como área de estudo a Igreja Matriz de Oeiras, que se localiza na zona antiga de Oeiras, em Portugal (PEREIRA, MORGADO, GONÇALVES, 2004).

⁴ Pontos em comum ou coincidentes em duas ou mais fotografias sobrepostas.

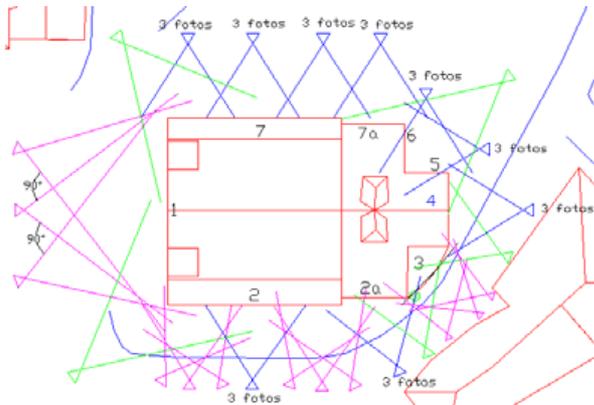


Figura 7- Plano da cobertura fotográfica

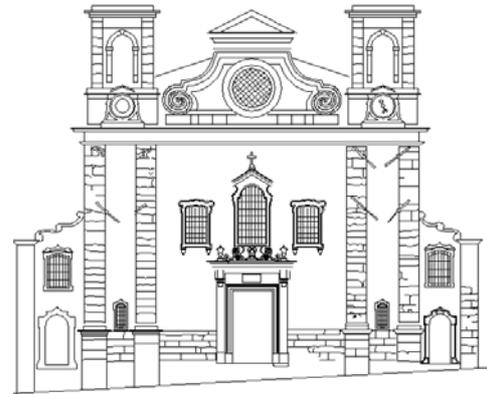


Figura 8 - Desenho gráfico das fachadas , após a retificação das fotos

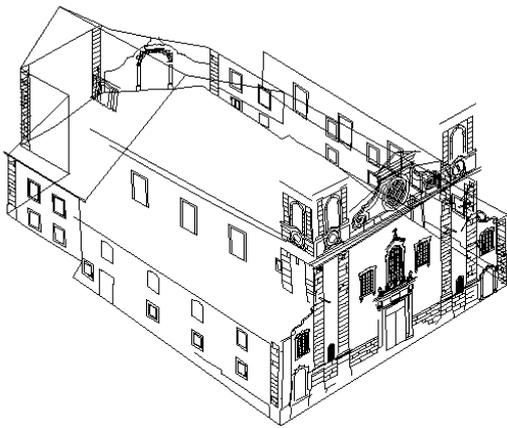


Figura 9 Modelo 3D vetorial da Edificação.
Fonte: PEREIRA, MORGADO, GONÇALVES, 2004



Figura 10 Modelo 3D renderizado da Igreja Matriz de Oeiras.

A estereorestituição digital é realizada por programas específicos em ambiente computacional juntamente com alguns dispositivos de visão estereoscópica, como óculos, monitores especiais e dispositivos de medição estereoscópica. É uma técnica que apresenta elevada precisão, no entanto, requerente de alguns cuidados especiais na tomada fotográfica. Utiliza geralmente câmaras métricas ou semi-métricas e necessita de alguns equipamentos específicos para a visão estereoscópica sendo o custo de aquisição destes equipamentos mais elevado. Para utilização desta técnica, o Laboratório de Fotogrametria da Universidade Federal de Santa Catarina, com apoio e incentivo da Universidade da Alemanha, adquiriu o Kit Image Station SSK (fig. 12) com um preço educacional de 10 mil dólares. Com este equipamento foi possível realizar o levantamento documental e retificação estereofotogramétrica da Fortaleza de São

José da Ponta Grossa, através da tese de doutorado da arquiteta Priscila Altrock (2004).



Figura 11- Câmera analógica semi-métrica Pentax Pams-645 de médio formato. Fonte: ALTROCK, 2004, p. 76-77.



Figura 12 - Kit ImageStation SSK. Fonte: ALTROCK, 2004, p. 76-77.

4.7.4.3. RESTITUIÇÃO A PARTIR DE VÁRIAS FOTOGRAFIAS

Nesta técnica, os objetos são fotografados em diversas posições (ver figura 13), onde cada parte do objeto deve ser fotografada mais de uma vez, de preferência mais de três vezes. A partir da identificação dos pontos homólogos é possível realizar as interseções para a restituição do objeto.

Este foi o primeiro tipo de restituição usado desde os primórdios da fotogrametria, ou seja, antecede aos métodos citados anteriormente. Foi utilizado, em sua forma inicial, através de processos gráficos de medição e representação ponto por ponto. Era um método muito demorado e apresentava limites quanto à precisão. Por isso, praticamente deixou de ser utilizado quando foram descobertas e desenvolvidas novas técnicas, como a estereorestituição

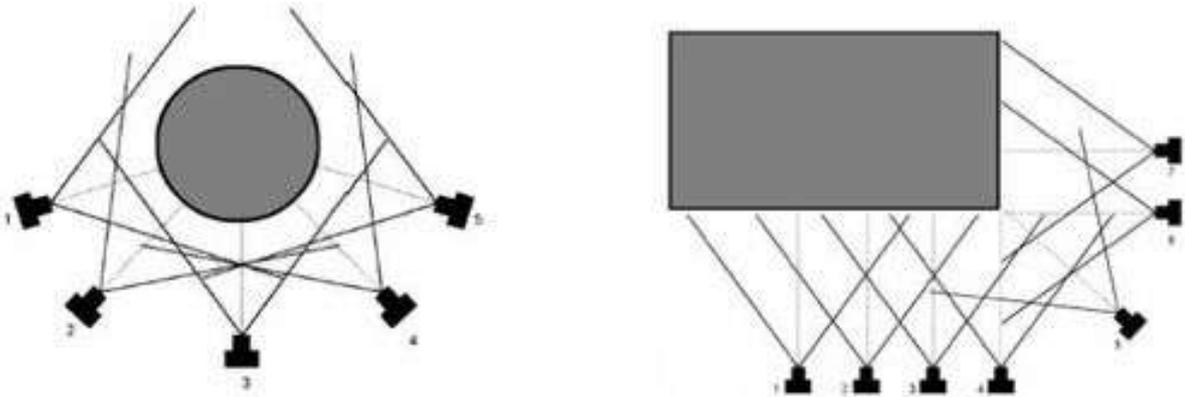


Figura 13 - Exemplos de diferentes tomadas fotográficas na restituição de várias fotografias
 Fonte: AMORIM et GROETELAARS, 2004, p. 6.

AMORIM et GROETELAARS (2004, p. 6) acreditam que com os avanços tecnológicos e aumento da capacidade computacional, foi possível utilizar-se dos princípios e fundamentos dessa técnica (método gráfico) para a criação de programas capazes de solucionar os problemas analiticamente, através de equações matemáticas para o ajustamento de feixes perspectivos (do inglês bundle adjustment).

Ainda segundo os mesmos autores, o método digital também trouxe muitas vantagens devido à:

- a) utilização de equipamentos de uso geral, como scanners, câmaras fotográficas comuns ou digitais e microcomputadores associados a programa específicos;
- b) tomada fotográfica a partir de diversos tipos de câmaras (métricas, semi-métricas, não métricas, câmaras digitais ou de vídeo), diferentes distâncias focais e diversos ângulos, permitindo o levantamento fotográfico de forma a cobrir toda uma edificação complexa;
- c) redução do número de pontos de controle;
- d) variedade de produtos que podem ser obtidos, dentre eles, modelos tridimensionais, modelos fotorealísticos, ortofotos e desenhos em ambiente computacional, possibilidade a integração dos arquivos em diversos programas;
- e) medições e parâmetros desconhecidos são calculados analiticamente, ou seja, não é obrigatório o conhecimento dos parâmetros da câmara, nem seu posicionamento e orientação no momento da tomada fotográfica;

f) possibilidade de detecção de pequenos e grandes erros, devido à grande redundância desse sistema, permitindo aumentar a precisão e confiabilidade dos resultados.

Um exemplo da utilização do método de restituição através de várias fotografias, foi a realização de um trabalho de retificação de fotografias panorâmicas para a reconstrução de uma imagem 3D do interior do grande hall do castelo Oldenburg na Alemanha (LUHMANN et TECKLENBURG, 2005).



Figura 14 - Imagens originais das fotos panorâmicas obtidas separadamente
Fonte: LUHMANN et TECKLENBURG, 2005.



Figura 15 Resultado final da imagem 3D. Fonte: LUHMANN et TECKLENBURG, 2005.

4.8. FOTOGRAMETRIA DIGITAL

Em fotogrametria digital trabalha-se com fotos ou imagens no formato digital (“softcopy”), enquanto na fotogrametria analógica trabalha-se nos diafilmes fotográficos de altíssima precisão (“hardcopy”). A obtenção destas fotos digitais pode ser através de scanners, de alta precisão geométrica e fidelidade de cor ou, diretamente, a partir de câmeras digitais que estão surgindo no mercado nestes últimos anos (RIBEIRO, 2002).

Ribeiro, (2002), a partir de uma entrevista retirada da revista Geomatics Info Magazine de 1995, publica a seguinte afirmação do Dr. Friedrich Ackermann:

“O maior avanço já ocorrido na fotogrametria é o aparecimento da fotogrametria digital ...O avanço que ora se iniciou é tão fantástico e de potencial tão ilimitado que eu não estou preocupado com os futuros desenvolvimentos...O resultado irá ultrapassar qualquer expectativa que nós podíamos ter sonhado, simplesmente devido ao poder da tecnologia digital.”

A Fotogrametria Digital, desenvolvida nos anos 80 e 90, tornou a restituição fotogramétrica mais simples, flexível e acessível, tornando-a mais viável para uma gama de aplicações (AMORIM et GROETELAARS , 2004).

A era digital permitiu simplificar e reduzir custos significativos comparados aos processos analógicas e analíticas. Além disso, as técnicas fotogramétricas digitais, ampliaram as possibilidades de uso para diversas aplicações, para diversos tipos de objetos (planos, curvos, complexos, irregulares, etc), possibilitando a obtenção de diversos produtos, como modelos tridimensionais fotorealísticos, ortofotos digitais, além de desenhos e medidas da Fotogrametria tradicional (AMORIM et GROETELAARS , 2004).

Há mais de 20 anos vem se discutindo a transição entre imagens analógicas e digitais, principalmente depois do surgimento da imagem de satélite que tornou-se uma ferramenta importante para obtenção de informações. Apesar da imagem digital nunca ter competido com o filme em termos de resolução, ela possui outras vantagens, como a facilidade com que seus dados possam ser processados, realçados, analisados e apresentados através dos recursos computacionais (WARNER, GRAHAN, READ, 1997, p.124).

A década de 90 marcou o nascimento comercial da fotogrametria digital. Embora, desde a década de 80, existissem sistemas fotogramétricos digitais, ou restituidores digitais, sua capacidade de processamento era limitada, devido à quantidade de dados em forma de imagens de alta resolução a serem armazenados, visualizados e processados em tempo real. No congresso de Washington da ISPRS, realizado em 1992, foram lançados alguns sistemas comerciais que continuam a ser aperfeiçoados, como o ImageStation da Intergraph e o Diaps, da companhia canadense ISM. Com estas e outras soluções, vários órgãos e empresas passaram a utilizar restituidores digitais, principalmente para a geração de ortofotos, que eram de produção complicada nos sistemas analógicos. As vantagens dos restituidores digitais são os recursos de automação, como a geração de modelos digitais de terreno, a ortorretificação, a aerotriangulação, orientação interior e relativa. Um aspecto importante é a flexibilidade, pois podem ser processados quaisquer tipos de sensores, com diversos modelos de câmara. Alguns sistemas possuem softwares que permitem a combinação diversa dos mesmos (TOMMASELLI, 2004).

4.8.1. CÂMERA DIGITAL

Logo que as câmeras que empregam sensores eletrônicos no plano focal foi desenvolvido, eles foram usados por fotogrametristas para o registro e medição. Desde então a tecnologia computacional tem desenvolvido muito rapidamente capacidades do sistema digital. Isso tem se estendido de tal maneira que está preparado para substituir imagens analógicas em muitas áreas, particularmente para a fotogrametria à curta distância e imagens de satélite.

Como o sistema computacional torna-se cada vez mais ágil, e em geral, mais barato, mais sistemas e softwares são fabricados facilitando seu uso e reduzindo seu custo (ATKINSON, 1996, p 52-53).

Os argumentos mais interessantes a favor das câmaras eletrônicas atuais não estão centrados na qualidade da imagem, mas em prazo e praticidade. Com uma câmara sem filme, pode-se ver uma imagem em instantes, às vezes em segundos após capturá-la. A grande vantagem é exatamente eliminar o longo processo de tirar foto, levar para revelação, digitalizar o filme e burilar a imagem na tela para obter uma versão digital de alta qualidade (MELLO, 2002).

A câmera convencional depende de filme e papel, portanto, a qualidade da fotografia também depende de vários fatores para o alcance de um bom resultado, como a uniformidade do plano do filme, se o mesmo é novo ou não tenha sido exposto a extremos de temperatura ou à luz. A revelação também passa por etapas, para isso, variáveis como a idade e a temperatura das substâncias químicas utilizadas na revelação, o tempo que o filme ou papel ficou em cada banho químico ou até mesmo o grau de agitação no banho de processamento afetam o resultado da fotografia. A revelação colorida tem diversas etapas adicionais e é ainda mais sensível às variáveis de tempo e temperatura (ROSE, 2002, p 12).

A câmera digital substitui o filme nas câmeras convencionais por um semicondutor especializado, um pedaço de silício que conduz parte da eletricidade, mas não toda que chega a ela. Esse tipo de semicondutor é chamado de CCD (Charge Coupled Devices – dispositivo de acoplamento de carga) (ROSE, 2002). Esse condutor é composto de milhares de elementos fotossensíveis separados,

organizado em uma grade que geralmente corresponde à forma do visor. A imagem atravessa a objetiva e bate no CCD, que converte a luz em impulsos elétricos. A intensidade da carga varia dependendo da intensidade da luz que bate em cada elemento. Nesse aspecto, é muito parecido com o filme. Substituindo os elementos por pontos de emulsão fotossensível em um filme, ter-se-à uma câmera de filme.

As vantagens do CCD câmeras, comparadas as fotografias convencionais, além da eliminação de etapas e processos da revelação, estão no tamanho, peso, dinâmica de alcance, sensibilidade ótica, estabilidade e linearidade. A maioria das câmeras digitais também permite que você jogue fora as fotos mal tiradas, assim não desperdiçam fotos reveladas sem necessidade, nem memória para armazenagem das fotos. Tudo que indica que CCDs sejam excelentes sensores fotogramétricos. No entanto, eles são limitados pelo formato, qualidade artificial (defeitos devido a efeitos técnicos, ruído, etc.), e enquadramento de valores. (WARNER, GRAHAN, READ, 1997, p.129)

O avanço da tecnologia de construção dos sensores CCD em linha e em matriz tem permitido a disponibilidade de imagens digitais para mapeamento cada vez maior, tanto obtidas de satélites de alta resolução, como das recentes câmaras digitais fotogramétricas. Esta tecnologia também está disponível nas câmaras digitais para o consumidor comum (SILVA; MELLO; OLIVEIRA; 2005)

A maior limitação das câmaras digitais ainda é a resolução. As câmaras analógicas permitem uma qualidade ainda superior à digital. No entanto, com a velocidade do avanço tecnológico, em poucos anos as mesmas serão capazes de oferecer a resolução necessária para satisfazer praticamente todas as características das imagens analógicas.

Existem três tipos de câmaras que podem ser usadas no levantamento fotogramétrico: câmaras métricas, semi-métricas e não-métricas.

As câmaras métricas, além das partes comuns de todas as câmaras fotográficas (objetivas, diafragma e obturador), elas apresentam as seguintes características: marcas fiduciais⁵ e dispositivos para manter o filme plano, tais

⁵ Marcas de referência, dispostas no ponto médio das margens ou nos cantos do quadro do plano imagem, cujas diagonais se interceptam no ponto central denominado ponto principal (SILVA, 1999, p 31).

como placas de vidro ou as placas para aderência a vácuo, colocados no *clichê* (quadro do negativo). Além disso, a orientação das fotografias é de responsabilidade do operador da câmera que controla o seu posicionamento manualmente (SILVA, 1999,p 31).

As câmeras semi-métricas é assim considerada por incorporar uma placa *réseau*, ou seja, uma placa de vidro contendo marcas gravadas a distâncias uniformes que servem para corrigir o efeito de deformação e deslocamento do plano imagem (SILVA, 1999,p 33)..

Finalmente, as câmeras não métricas são produzidas para fotografia amadora ou profissional, em que a qualidade geométrica não é fundamental, porém é necessária a geometria da imagem. Não apresenta orientação interna, marcas fiduciais, foco fixo e podem ser calibradas. Há grande disponibilidade comercial. (LOCH, 2002)

4.8.2. RESOLUÇÃO E TAMANHO DE ARQUIVO

Resolução refere-se ao número de pixels por polegada da tela do monitor, o número de pontos por polegada que a impressora pode produzir ou o número de pixels na imagem original. A resolução da imagem é medida em pixels por polegada (ppi). Quanto mais pixels, melhor a qualidade da imagem. No entanto, o tamanho do arquivo aumenta conforme aumenta o número de pixels (ROSE, 2002, p 113-115).

Uma imagem pode ser definida em diferentes tipos de formato de arquivo, ex: PICT, TIFF, JPEG, EPSF, GIF, BMP. Certos programas suportam alguns desses formatos, mas não todos, e algumas câmeras geram seus próprios formatos de arquivo, que somente pode ser aberto por seus programas específicos.

Quanto ao tamanho, por exemplo, arquivos de bitmap não-compactados tendem a ser muito grandes. Em formato TIFF, ela é ainda maior. Para os discos rígidos atuais que chegam à uma ordem de gigabytes, isso não é um problema, contudo, apenas para abrir ou copiar ou transportar um arquivo grande é preciso

muito tempo para a execução dos mesmos. Portanto, a compactação de arquivos torna-se importante ou até mesmo essencial.

Existem duas maneiras de compactar um arquivo: sem perda e com perda. A compactação com perda torna o arquivo menor, mas perde alguma informação. JPEG (Joint Photographic Experts Group) é um sistema de compactação com perda que mantém todas as cores. Esse formato foi projetado tendo em vista a exibição de fotografias, portanto, funciona muito bem com qualquer tipo de imagem de tom contínuo (em cores ou escala de cinza), assim mantém com qualidade muitas propriedades da foto, porém diminui significativamente o tamanho do arquivo (ROSE, 2002, p 180).

Portanto, JPEG será o formato utilizado neste trabalho para a obtenção das fotografias e sua inserção no software MSRPlan⁶, a qualidade do mesmo é suficiente para a extração dos dados necessários, além do que a foto, após ser retificada, transforma-se em arquivos bitmaps possuindo tamanhos muito maiores.

⁶ Programa utilizado neste estudo, especificações mencionadas a seguir (Pag. 77 e 78)

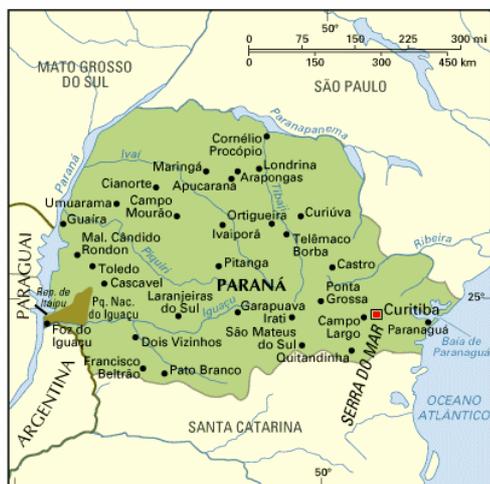
5. ESTUDO DE CASO

5.1 IGREJA NOSSA SENHORA DA GLÓRIA



Figura 16 - Vista da Capela N. Sra. da Glória antes da construção da torre. Fonte: acervo Indústria Leão Jr. S/A

A igreja Nossa Senhora da Glória localiza-se na cidade de Curitiba. Esta se situa no primeiro planalto paranaense (mapa 1), com altitude média de 934,6 metros acima do mar. Ocupando uma área 432 km², tem como barreira geográfica natural ao leste a Serra do Mar. Sua posição geográfica de 25°25'48" latitude sul e 49°16'15" longitude oeste. O clima é subtropical úmido mesotérmico, sem estação seca, com verões frescos e invernos com geadas freqüentes. Seu índice pluviométrico médio é de 1.500 mm/ano, tendo temperatura média no verão de 21° C e no inverno de 13°C.Sua população atual é de 1.587.3152 habitantes, sendo que não há zona rural na área do município (FINGER;CORREA;NETO,2006).



Mapa 1 - Mapa do Paraná. Localização da cidade de Curitiba. Fonte: www.guianet.com.br/pr/mapapr.htm



Mapa 2 - Mapa da cidade de Curitiba com a localização do bairro do Alto da Glória (em vermelho), onde se encontra a edificação em estudo. Fonte: www.ippuc.org.br

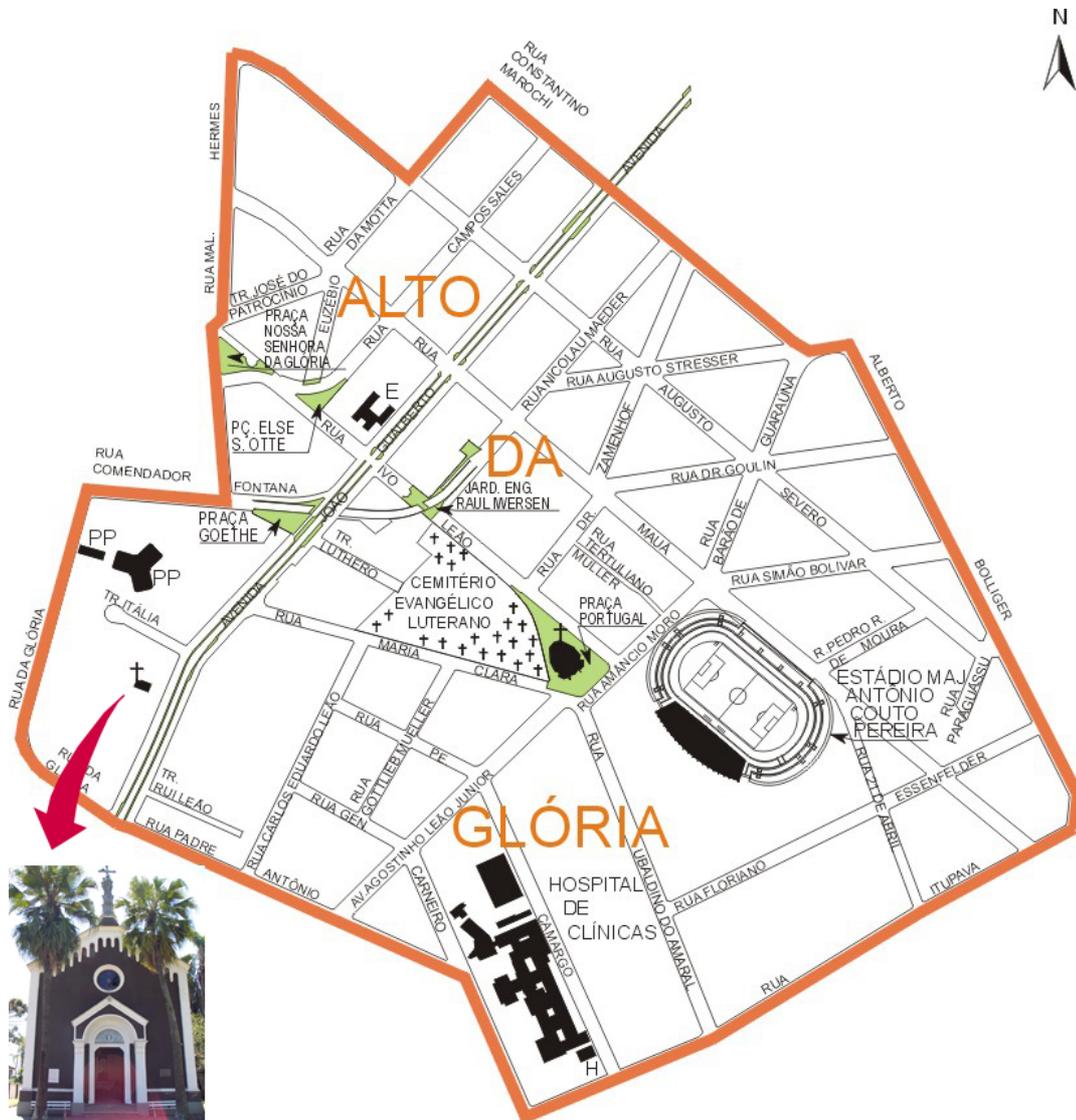
Situado na área central da cidade de Curitiba (mapa 2), o bairro Alto da Glória (Fig.17) foi fundado pelo Barão de Holleben, por volta de 1856. Seus primeiros moradores, pertencentes à família Leão, construíram a Capelinha de Nossa Senhora da Glória, que deu origem ao nome do bairro, e o primeiro teatro da cidade. Segundo o historiador Francisco Negrão, tal denominação teria sido inspirada na propriedade do Dr. José Maria Pinheiro Lima, conhecida como “Chácara Nhá Laura” ou “Chácara da Glória”, localizada nas proximidades do atual Passeio Público e do Colégio Estadual do Paraná (IPPUC, 2006).



Figura 17 - Foto aérea do Bairro Alto da Glória. Localização da Igreja N. S. Glória, Fonte: IPPUC, 2006.

A Igreja Nossa Senhora da Glória está localizada na Avenida João Gualberto (antigo Boulevard 2 de Julho) número 565. O edifício encontra-se entre a Rua da Glória e a Travessa Itália, sendo que o Palacete Leão Júnior situa-se imediatamente à frente da igreja (mapa 3).

A Avenida João Gualberto faz parte do eixo estrutural norte, possuindo três vias, sendo duas para automóveis e a central para a passagem dos ônibus biarticulados (Fig. 18).



Mapa 3 - Mapa geral de todo o bairro do Alto da Glória . Fonte: www.ippuc.org.br

O edifício está instalado em um terreno com área de 521 m², sendo inserido, pela Lei n° 9800/2000 (dispõe sobre Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo), no Setor Especial do Centro Cívico (IPPUC, 2006)



Figura 18 - Vista da Avenida João Gualberto. Fonte: www.ippuc.org.br



Figura 19 - Foto da Igreja atualmente. Vista frontal. Fonte: Acervo próprio, 2006.

Por tratar-se de uma Unidade de Interesse de Preservação (UIP)⁷, pelo Decreto Municipal 1.547, 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. Esse potencial pode ser utilizado no próprio terreno da UIP, transferido para áreas determinadas por lei específica do município pelo proprietário ou vendido no mercado imobiliário (FINGER;CORREA;NETO;2006).

5.1.2. HISTÓRICO DA IGREJA NOSSA SENHORA DA GLÓRIA

Em 1895, a Capela Nossa Senhora da Glória foi mandada construir pelo Desembargador Agostinho Ermelino de Leão Júnior a pedido de sua filha – Maria Dolores, para que sua família e os operários dos dois engenhos (Leão e Fontana) pudessem praticar a religião católica.

Sendo assim, o Desembargador pediu a Antônio Dallegrave, em meados de 1875, que construísse o novo templo. A capela foi benta no dia 25 de novembro de 1896, sendo celebrada missa no mesmo dia pelo Bispo D. José de Camargo Barros. O primeiro casamento celebrado no templo foi de João Dallegrave e Amélia

⁷ Lei de Zoneamento denominada Lei do Solo Criado, é utilizada para incentivar o desenvolvimento nas áreas de habitação popular e preservação do patrimônio histórico, foi criada em 1993 pelo Instituto de Planejamento Urbano de Curitiba - IPPUC. Fonte: www.ippuc.org.br , 2006.

Chatagnier. Os três filhos de Maria Dolores foram batizados na capela, assim como todos os descendentes da família Leão.

Posteriormente a Igreja passou aos cuidados de Maria Dolores da Veiga Leão, casada com Ivo Leão, filho de Agostinho Ermelino de Leão Júnior. Era o ponto de encontro das famílias curitibanas.

Em 28 de agosto de 1960 é instalada a Paróquia de Nossa Senhora de Perpétuo Socorro pelo Arcebispo de Curitiba – D. Manoel da Silveira D’Elboux. A igreja é cedida pelas famílias Leão e Veiga para uso dos Missionários Redentoristas.

É a partir daí que passam a ser realizadas as famosas novenas às quartas-feiras, sendo que em algumas ocasiões acredita-se que o edifício chegou a receber mais de 20.000 fiéis em um mesmo dia. A igreja ficou pequena pra atender às multidões, fazendo com que as pessoas muitas vezes invadissem a Avenida João Gualberto para acompanhar as missas.

A partir de junho de 1969 não era mais rezada a missa dominical na Igreja da Glória. Com a morte de Maria Dolores da Veiga Leão, sua filha, Maria Dolores Leão da Veiga (D. Lolita), passou a cuidar do templo e posteriormente sua nora Jandira França de Leão.

Em 26 de janeiro de 1997 comemorou-se o centenário da fundação da igreja, sendo rezada uma missa por Dom Pedro Fedalto.

Em 1999, segundo artigo publicado no periódico “Folha do Paraná”, estaria sendo iniciado um processo de restauração do edifício. Segundo o Monsenhor Alpheu Luiz Martins de Azambuja e Souza, responsável pelo local na época: “havia rachaduras no teto, o assoalho estava carcomido por cupins, vários vidros estavam soltos e as pinturas do forro estavam sendo deterioradas por infiltrações. Foram consertados a estrutura de cobertura e o seu manto, reforçada a torre do sino e pintada a fachada externa. Internamente também foi feita uma nova pintura(...)”.

A igreja ainda pertence aos herdeiros de Maria Dolores de Leão. Segundo depoimento do Padre responsável desta edificação, Dirson Gonçalves, há grupos de orações todas as segundas-feiras, sábados e domingos, sendo que a manutenção da igreja é custeada praticamente pela realização de casamentos no local.

5.1.3. TIPOLOGIA E CARACTERÍSTICAS DO EDIFÍCIO

A Igreja da Glória foi construída exatamente no momento de efervescência do ecletismo, inclusive quando se começa a construir os palacetes dos barões do mate na região do Alto da Glória. Ela possui elementos em massa que lembram lambrequins arrematando as cimalhas externas da nave e da torre, sendo a parte mais ornamentada o frontão da porta principal.

A igreja está localizada no meio do lote. Não existem informações sobre o parcelamento do terreno quando da construção do edifício, mas aparentemente o lote sempre foi de pequenas dimensões. O piso interno do edifício fica quase 3,00 m acima do nível da rua. Uma escada de concreto leva ao jardim em frente à igreja, que é significativo para a percepção espacial do edifício, especialmente as duas palmeiras que enfatizam a centralidade da edificação.

O edifício divide-se em três corpos: a nave, a capela e a sacristia. Provavelmente, no início compunha-se apenas pelo corpo da nave. Estas características foram estudadas e descobertas através do levantamento de fotos antigas do acervo do Setor de Patrimônio do IPPUC e através de prospecções realizadas pela equipe de arquitetos responsáveis pelo restauro.

6. MATERIAIS E MÉTODOS

6.1. DEFINIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

A escolha do objeto de pesquisa justifica-se por ser uma edificação de relevância histórica e por estar passando por um processo de restauração. Por esse fato, foi realizado todo o levantamento histórico e arquitetônico da Igreja Nossa Senhora da Glória em Curitiba, e através da colaboração e acompanhamento dos trabalhos da equipe de arquitetos responsáveis pelo projeto, foi possível compreender como e quais são as etapas e procedimentos necessários e utilizados para a realização de um trabalho de restauro. Essa contribuição aconteceu através de entrevistas e acompanhamento de visitas em parte do levantamento, além da disponibilização de muitos dados já levantados anteriormente. O acesso ao produto final da documentação arquitetônica por eles realizados permitiu realizar uma comparação geral dos resultados obtidos entre o método de levantamento tradicional à trena e o levantamento fotogramétrico realizado através deste trabalho de pesquisa.

6.1.1. PROJETO DE RESTAURO DA IGREJA NOSSA SENHORA DA GLÓRIA

A igreja será restaurada por uma equipe de arquitetos especialistas na área de restauro do patrimônio arquitetônico. Foram realizados levantamento de dados históricos, da geometria da arquitetura, desenhos à mão, e, posteriormente desenhos em arquivos AutoCad, além do levantamento de diagnósticos e toda documentação necessária para o planejamento de um projeto para posterior intervenção.

Esta equipe foi formada por um grupo de três arquitetos:

- Anna Eliza Finger, arquiteta especialista em conservação e restauro do patrimônio histórico, atualmente trabalha no Instituto de Patrimônio Histórico Nacional – Iphan.

- Sandra Rafaela Magalhães Correa, arquiteta especialista em conservação e restauro do patrimônio histórico, atualmente trabalha no Instituto de Patrimônio Histórico Nacional – Iphan.
- José Rodrigues Cavalcanti Neto, arquiteto especialista em conservação e restauro do patrimônio histórico, trabalhou em escritório de arquitetura de restauro e atualmente está cursando mestrado na área de restauro na Universidade Federal da Bahia – UFBA.

Todos da equipe realizaram o Curso de Especialização em Conservação e Restauração de Monumentos e Conjuntos Históricos – CECRE , na Universidade Federal da Bahia –UFBA.

O CECRE é uma atividade vinculada ao programa de pós-graduação em arquitetura e urbanismo da UFBA, e este curso é dirigido para arquitetos, urbanistas e engenheiros civis. Foi criado em 1981, contando com o apoio da UNESCO, do IPHAN e de outras importantes instituições nacionais e internacionais da área da preservação cultural.

A estrutura pedagógica do CECRE tem caráter multidisciplinar, formada por um módulo básico e módulos específicos, voltados para cada uma das áreas de interesse do curso, projeto de restauro arquitetônico, intervenções em sítios de interesse histórico/cultural e tecnologia do restauro (CECRE, 2006).

6.2. MATERIAIS (MÉTODO TRADICIONAL)

Todos os dados sobre o projeto de restauro da igreja Nossa Senhora da Glória, descritos nesta pesquisa, foram transcritos através da realização de uma entrevista a arquiteta Anna Eliza Finger, que também forneceu dados e informações por eles levantados e a possibilidade de acompanhamento, junto à equipe, de algumas visitas necessárias para o levantamento documental e de diagnóstico. Isso colaborou para a observação e análise de como é realizado um levantamento de restauro e observar algumas das dificuldades encontradas pela equipe.

O trabalho iniciou-se em Junho de 2005 e passou por várias etapas. A metodologia usada para o levantamento foi baseada no método utilizado e repassado no Curso de Especialização em Conservação e Restauração de Monumentos e Conjuntos Históricos – CECRE , da Universidade Federal da Bahia – UFBA. As etapas de levantamento foram:

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

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

A pesquisa histórica envolveu desde a parte de evolução urbana até os contextos sociais (ciclo do mate). Normalmente, são utilizadas documentações existentes na prefeitura, instituto histórico e geográfico e museus, para confirmar os relatos existentes em livros ou as entrevistas com herdeiros e padres que trabalharam no local. No entanto, não existia praticamente nenhuma documentação oficial, nem registros em institutos, por ser um terreno particular. Através da família Leão, herdeiros da edificação, não foi possível obter-se muita informação, pois os mesmos não se dispuseram a conceder uma entrevista para colaborar com uma pesquisa sobre a igreja histórica.

No entanto, durante o levantamento do cadastro do edifício foram descobertos dados auxiliares que colaboraram para a dedução de informações importantes sobre a evolução construtiva do edifício. Isso foi possível através de análises estruturais, ou seja, as medidas dos vãos serem diferentes, os tipos de acabamentos e molduras, tipos diferentes de alvenarias e rebocos através de análises químicas (traço de argamassa, presença ou não de cimento, etc) e também a partir de análises de arquivos fotográficos.

Foi feito um minucioso levantamento fotográfico de como a igreja encontra-se atualmente, anterior à elaboração e futura intervenção do projeto, pois ele pode

servir como embasamento para outras intervenções e para se entender porque optou-se pelas soluções propostas neste projeto de restauro.

O levantamento iconográfico são as imagens antigas (de qualquer época, até mesmo de 2 anos atrás), que podem conter dados importantes para se entender o edifício hoje. Muitas informações foram concluídas devido a essa iconografia, como a questão da torre ser posterior à construção do projeto original, a estrutura da cobertura da torre que era em madeira e foi substituída por uma estrutura metálica, a existência de uma cruz sobre a portada principal. Essa análise envolve também conhecimento histórico em geral. Por exemplo, em fotos sem data, observa-se a roupa das pessoas ou os tipos de carro que aparecem na foto, para que se possa avaliar e descobrir aproximadamente em qual época essa foto foi produzida.

E, posteriormente, realizou-se o mapeamento de danos do edifício e o diagnóstico. Foram mapeados todos os problemas (ex: rachaduras, biofilme, fissuras na parede, piso danificado, reboco e pintura solta, surgimento de vegetação sobre o telhado e paredes, vidros quebrados, cupins em estruturas de madeira, etc) , e, a partir desse mapeamento, foi feito um estudo dos problemas existentes para diagnosticar a causa dos mesmos e propor as devidas soluções. Essa é uma das principais diferenças entre restauro e reforma. No caso de uma rachadura, por exemplo, não somente preenche-se a mesma com argamassa, como foi feito com as rachaduras antigas ali existentes, mas busca-se a causa das rachaduras (problemas estruturais, recalque de fundação, etc), e propõe-se a eliminação da mesma (reforço estrutural, contensão do terreno), evitando assim que a rachadura não volte a abrir.

6.2.1. PESQUISA DE CAMPO COMO REFERÊNCIA PARA ANÁLISES DO RESULTADOS

Nesta etapa do trabalho, para a obtenção da geometria da arquitetura e posteriormente seu registro gráfico (desenho arquitetônico de plantas, cortes, fachadas e detalhamentos), foi necessário levantar todas as medidas de cada elemento arquitetônico de forma direta, ou seja, 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 enúmeros esboços necessários para a obtenção da documentação gráfica (fig. 20).

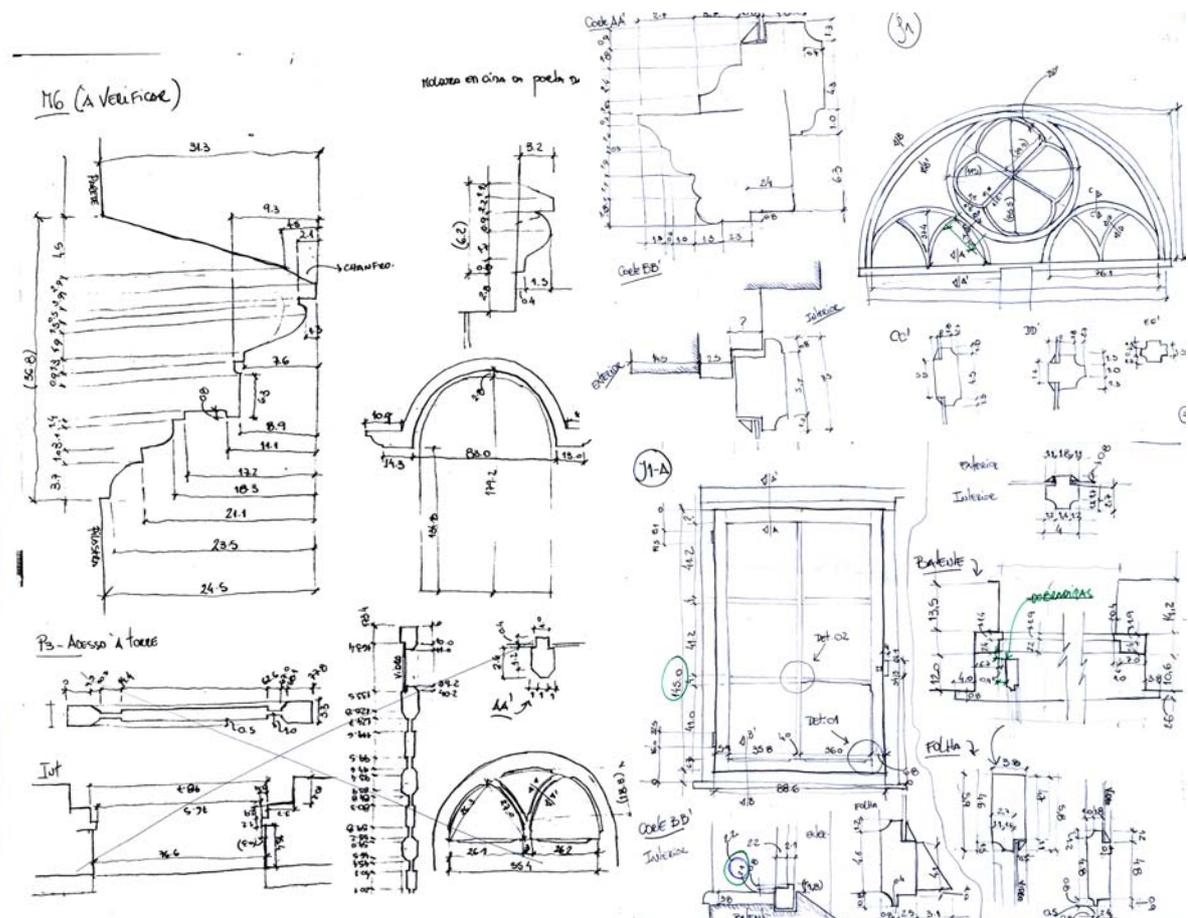


Figura 20 - Detalhe esquadrias. Croquis necessários para registrar as medidas das esquadrias in loco para posterior realização de desenhos em AutoCad. Fonte: desenhos fornecidos pelos arquitetos responsáveis pela obra, 2005.



Figura 21 - Foto do levantamento das medidas à trena para o detalhamento de esquadrias. Fonte: Acervo próprio, 2005.

Conforme mostram os esboços, cada detalhe foi primeiramente desenhado manualmente no local, e cada medida foi adquirida com a trena (fig 21), depois repassado para o esboço e finalmente redesenhado novamente em arquivo digital AutoCad.

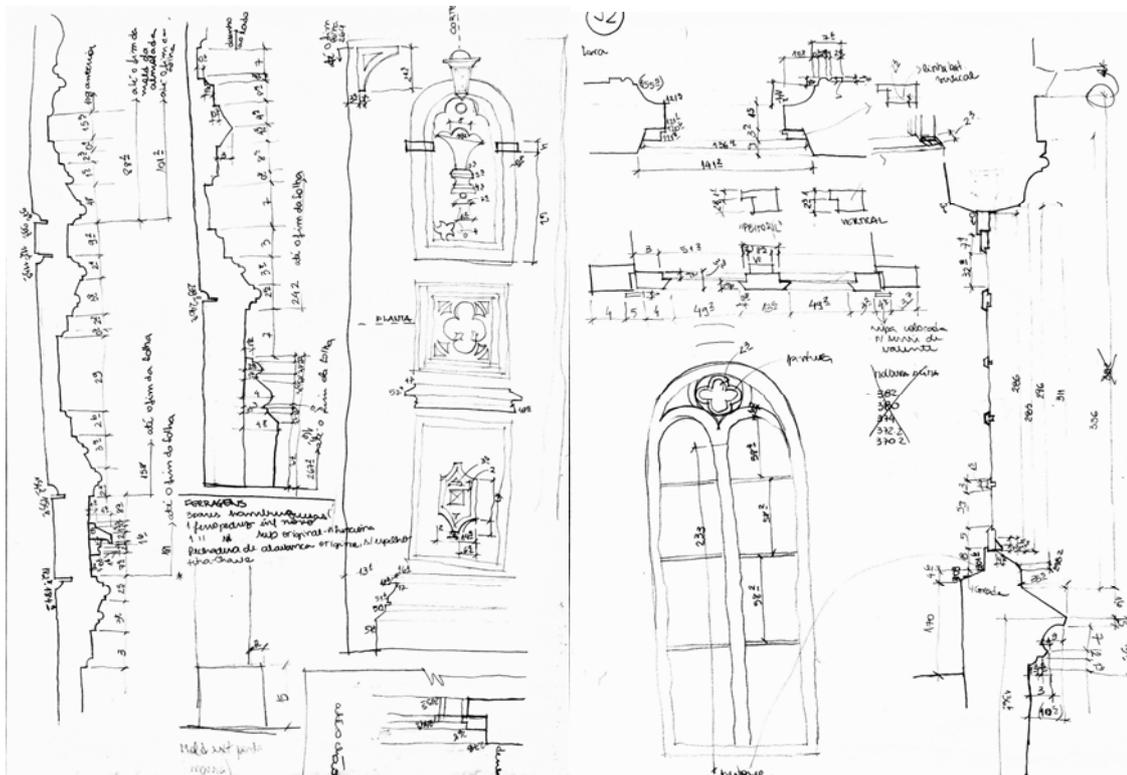


Figura 22 - Alguns croquis dentre os muitos desenhados para o levantamento gráfico. Fonte: desenhos fornecidos pelos arquitetos responsáveis pela obra, 2005.

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 (Fig.23) 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, amarrando uma corda na escultura para a medição do óculo localizada na fachada principal da Igreja. Ver figura 24.

Em sua grande maioria foram necessários a complementação de algumas medidas que tiveram de ser obtidas posteriormente, conforme figuras 25 e 26.



Figura 23 - Sobre o telhado da igreja. Fonte: acervo próprio, 2005.



Figura 24 - Rappel. Fonte: foto fornecida pelos arquitetos responsáveis pela obra, 2005.



Figura 25 - Complementação de algumas medidas. Fonte: acervo próprio, 2005



Figura 26 - Complementação de medidas. Fonte: acervo próprio, 2005

Para a medição do arco interno principal, a equipe teve grandes dificuldades, pelo fato de não existir uma escada de tamanho adequado e segura para que uma pessoa pudesse subir até o ponto máximo do arco. A solução encontrada foi prender a ponta da trena na extremidade da escada e arriscadamente tentar equilibrá-la para que a mesma não caísse nem para frente e nem para trás, atingindo assim, ou o lustre ou o altar com seu mobiliário e suas relíquias. E como não havia um meio seguro para que uma pessoa pudesse fazer a medição sobre a escada, foram tiradas medidas através do engaste da ponta da trena na escada e medição aproximada desta parte da edificação interna, no caso, o arco (ver Fig. 27) .



Figura 27 - Extração da medida do arco principal. Fonte: acervo próprio, 2005

O esforço para a realização do levantamento da patologia da parede é mostrado a partir das fig. 28 e 29. Medidas difíceis de serem alcançadas foram obtidas através da improvisação utilizando objetos ou mobiliários encontrados no local do levantamento que servisse de apoio para o alcance das mesmas. Esse tipo de procedimento apresenta falta de segurança e aumenta o risco de acidentes.

Neste processo do diagnóstico de patologia dos materiais e a descoberta e localização dos elementos estruturais da edificação é essencial uma análise direta do arquiteto sobre o dano e a estrutura para que ele saiba avaliar quais são os materiais e quais são as medidas importantes a serem levantadas e diagnosticadas. No entanto, após esta análise técnica, todo o restante do levantamento desses danos para a documentação dessa determinada área, pode ser extraída através do uso da fotogrametria, possibilitando a obtenção da localização precisa do dano e suas características visuais para análise posterior em escritório.



Figura 28 - patologia da edificação, diagnóstico de materiais. Fonte: acervo próprio, 2005.



Figura 29 - Medição de elementos estruturais, Fonte: acervo próprio, 2005.

Um importante item, foi a dificuldade e o exaustivo trabalho na realização do levantamento e da documentação gráfica da geometria das esquadrias (desenhos e detalhamentos). Uma, por as mesmas serem cheias de detalhes (Fig.30 - porta principal), outra por serem muito altas, sendo necessário grande esforço para se arriscar a alcançar as medidas altas, e finalmente, porque algumas esquadrias (Fig.30 - janelas), cada folha é diferente da outra.

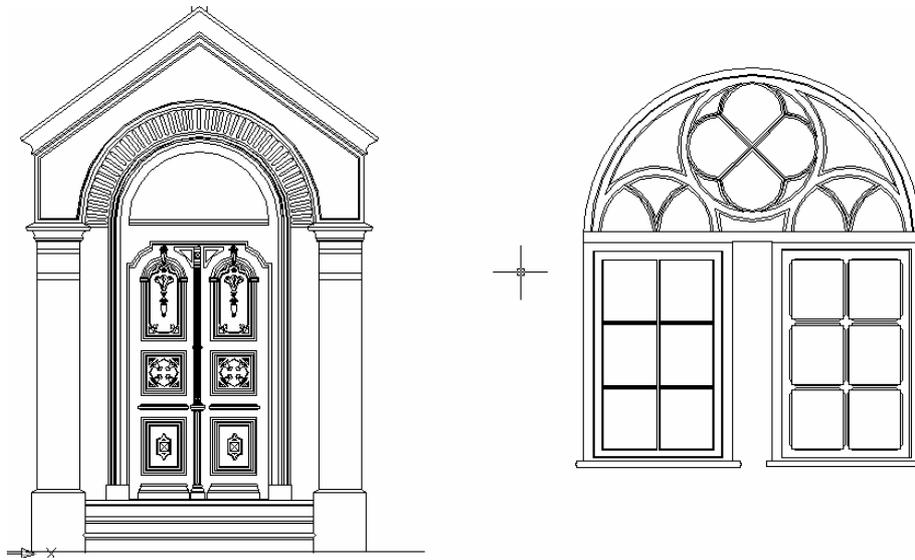


Figura 30 - Detalhamento gráfico das esquadrias à partir de medidas obtidas através da trena.
Fonte: desenhos fornecidos pelos arquitetos responsáveis pela obra, 2005

6.2.2. TEMPO GASTO PARA REALIZAÇÃO DOS LEVANTAMENTOS

Desde o início dos levantamentos até a entrega demorou-se aproximadamente seis meses. Porém, isso também se deu pelo fato do trabalho não ter sido realizado diariamente pelos arquitetos, pois a equipe possuía outros projetos paralelos que estavam sendo desenvolvidos, no mesmo período da realização deste.

Assim, quando se fazia uma visita para mensuração de uma fachada ou de um detalhamento, percebia-se posteriormente, a falta de algumas medidas. Desta forma, era necessária uma segunda visita para complementação de dados. E, como o trabalho não era contínuo, quando se voltava ao local para uma segunda medição, já se tinha esquecido muito dos dados e medidas necessárias anteriormente verificadas, devido ao intervalo da primeira e a última visita.

Portanto, a finalização do trabalho levou muito mais tempo que o previsto. Muitas vezes, as medidas faltantes são percebidas somente quando se está redesenhando os croquis para o computador.

A equipe de arquitetos estimou, pelo fato de serem um grupo de três pessoas, um prazo de aproximadamente um mês pra conclusão do levantamento métrico e gráfico pra uma igreja desse porte, se o trabalho tivesse sido realizado diariamente.

6.2.3. SOBRE A NÃO UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA FOTOGRAMÉTRICA

Questionou-se junto aos arquitetos sobre o porquê da não utilização da fotogrametria à curta distância como uma ferramenta de auxílio para a realização do levantamento de toda essa parte geométrica e até mesmo do diagnóstico do projeto de restauro. As opiniões entre eles foram diversas, todos conheciam a técnica, não profundamente, mas tinham noção do assunto, pois estudaram uma disciplina sobre fotogrametria no curso de especialização em restauro que fizeram na Bahia (CECRE). Um dos arquitetos acreditava não ser muito confiável, uma vez que um mesmo objeto poderia ter vários planos e a medição não traria a possibilidade de verificar profundidades (3D). E as outras arquitetas informaram que até poderiam tentar utilizar a técnica, no entanto, além de não possuírem nenhuma experiência prática, não possuíam nenhum material ou software para a tentativa de utilização do mesmo. De fato, a idéia da aplicação da fotogrametria apresentou-se como uma realidade distante e pouco difundida, em nenhum momento do projeto, foi pensado na possibilidade do seu uso.

6.3. MATERIAIS (MÉTODO FOTOGRAMÉTRICO)

Para o levantamento fotogramétrico foi utilizada a câmera semi-métrica digital dp3210 com 3,2 megapixel, da Rollei (Fig. 31), juntamente com o software RolleiMetric MSR Plan , ambos adquiridos e trazidos recentemente da Alemanha. Ainda não se tem nenhum estudo realizado especificamente com esta câmera e este programa entre os trabalhos já realizados na UFSC, uma vez que a câmara e o software foram lançados no mercado internacional em julho de 2004.

Uma dificuldade para a aplicação do mesmo é que as dúvidas só puderam ser solucionadas através do contato direto por e-mail com os técnicos da Rollei, porque não existe ainda nenhuma filial ou representante da empresa no Brasil.



Digital camera

Figura 31 - Rollei dp3210 - Câmera semi-métrica digital de gama alta com 3,2 megapixel, um objetivo zoom 10x D-VarioApogon de alto valor e zoom digital 4x, possui possibilidade de gravar vídeo com som. Fonte: www.rollei.de

A câmera utilizada neste trabalho de dissertação obtém fotos em arquivo JPG, formato escolhido para a aplicação desta pesquisa, porém ela também possui um formato específico da marca Rollei, denominado RDC - Rollei Digital Câmera. É uma estratégia comercial da sua fabricante para que o usuário obrigatoriamente tenha que adquirir, ou a câmera ou o software MSRPlan. Este software possui uma versão mais simplificada que pode ser adquirida gratuitamente, porém a mesma suporta somente arquivos do formato RDC, obrigando o usuário a comprar, no mínimo, a câmera. Com a aquisição do software, adquire-se juntamente o “hard lock” (chave de segurança), com o seu uso, o programa disponibiliza mais funções e reconhece outros tipos de formato de arquivo, como: jpeg, tif, bmp e também rdc.

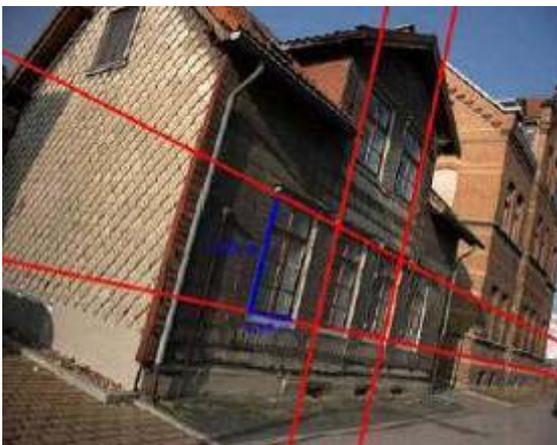


Figura 32 - Software: RolleiMetric MSRParallel Software de retificação. Retificação a partir de linhas paralelas sobre o objeto. Fonte: www.rollei.de

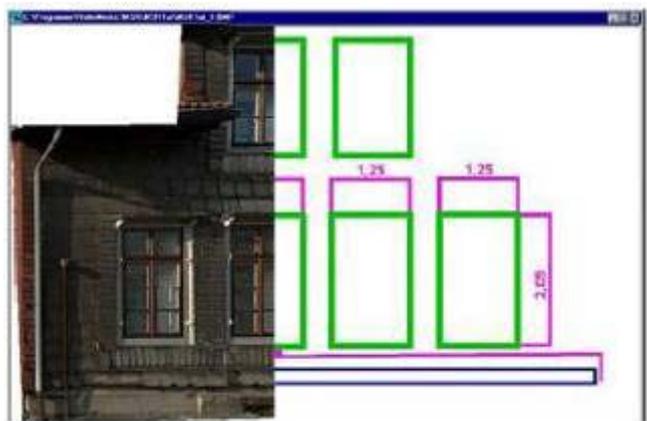


Figura 33 - Software: RolleiMetric MSRParallel Software de retificação. Restituição a partir do aplicativo AutoCad. Fonte: www.rollei.de

O software Rollei Metric MSR (Metric Single Image Retification), segundo seu manual, constitui um sistema fotogramétrico que efetua a avaliação 2D de qualquer objeto. O programa combina as possibilidades de processamento de imagens digitais e a representação da escala real de qualquer tipo de plano, permitindo transformar imagens perspectivas em projeções paralelas correspondentes as retificações em escala real. As transformações destas imagens em projeção paralela são obtidas através da informação de um objeto conhecido, pontos de controle ou rede. Ele pode ser usado em várias áreas em que se exige a representação da escala real de uma forma rápida e econômica, tais como: na arquitetura, na indústria, no cuidado e preservação de monumentos, na cartografia de pequena escala, em acidentes de trânsito e na tecnologia criminal.

Para o uso deste software é recomendada sua instalação em um microcomputador com algumas configurações mínimas:

- IBM compatível com PC equipado com processador Pentium
- Velocidade de mínima 166 MHz
- 32 MB RAM
- Disco rígido com capacidade mínima de memória de 2 GB.
- Alta resolução gráfica da tela (mín. 800 x 600 pixels)
- Sistema operacional Windows 98

Porém o mínimo recomendado pela fabricante para se obter um uso mais satisfatório seria:

- IBM compatível com PC equipado com processador Pentium
- \geq 256 MB RAM
- Sistema operacional: Windows XP, Windows NT , Windows 2000.

O programa RolleiMetric MSR está disponível em três versões. A MSR Free, versão gratuita, como mencionada anteriormente, que possibilita o uso de fotos obtidas somente através de câmeras da série Rollei d , ou seja, arquivos RDC (Rollei Digital Câmera). As outras versões são respectivamente MSRLight , que disponibiliza a utilização de imagens BMP ou TIF, e a MSR full version, mais completa, que disponibiliza também o uso de arquivos JPG. Somente a primeira versão não necessita o uso da chave “hard lock”.

6.4. CALIBRAÇÃO DA CÂMERA

Em fotogrametria é fundamental o conhecimento da geometria da imagem. Para isto toda câmera usada num trabalho fotogramétrico necessita passar por um processo que forneça a distância focal calibrada, posição do ponto principal e distorções das lentes. Para a calibração é necessária a disponibilidade de um campo de calibração, realização de determinados procedimentos e programa de ajustamento adequado.

Neste trabalho a câmara foi calibrada de maneira automática a partir da instalação de um aplicativo auto-executável enviado por e-mail pela própria fabricante da câmera. No software utilizado neste trabalho tem-se somente três tipos de câmeras fotogramétricas disponíveis. No início da utilização do mesmo, é solicitada a escolha de um modelo de câmera. Todos os três modelos disponíveis são câmeras métricas e de mesma marca do fabricante do software, a Rollei. Como a câmera utilizada no trabalho também é da marca Rollei, porém de característica semi-métrica, não constava nas opções disponíveis esse modelo para a utilização do software. Foi então necessário entrar em contato, via e-mail, com os técnicos da Rollei para a solicitação de informações sobre a utilização do mesmo, e questionar o uso de uma outra câmera que não constava nos itens de escolha. A resposta obtida foi o recebimento do aplicativo auto-executável com os dados de calibração da câmera, já prontos, de forma que, bastou realizar a instalação do mesmo no software. Estando a mesma concluída, o software passou a obter automaticamente todos os parâmetros de calibração necessários, possibilitando assim, as retificações das fotos adquiridas através da mesma.

6.5. DESCRIÇÃO DO LEVANTAMENTO FOTOGAMÉTRICO

Anteriormente à execução do levantamento fotogramétrico é preciso escolher a técnica de retificação a ser utilizada dentre as oferecidas pelo software. Isso, para que se haja um planejamento na obtenção das fotos, além de definir quais e quantas referências devam ser coletadas em campo.

O software utilizado neste trabalho possui três diferentes técnicas de retificação de fotos. A técnica escolhida, devido a sua rapidez, facilidade e 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. Apenas em duas fotos, utilizou-se a marcação de pontos de controle na parede, como referencias, porque não se tinha claramente, arestas bem definidas para a obtenção de um plano preciso para a retificação da foto.

No levantamento fotogramétrico foram obtidas fotos da fachada principal da Igreja Nossa Senhora da Glória, algumas fotos das suas elevações internas, das janelas e da porta de entrada principal para o detalhamento das esquadrias.

Para o levantamento das outras fachadas externas, devido à falta de distância mínima necessária para que a foto enquadrasse toda a edificação e devido a obstrução de árvores e vegetação que impedem a visão de parte do edifício, seriam necessários a busca de alternativas sugeridas e verificadas a seguir.

Na implantação abaixo (Fig 34), apresenta-se o posicionamento da câmera para obtenção das fotos necessárias para a visualização do entorno da igreja. Assim como, apresenta as distâncias das laterais e fundos da edificação em relação ao muro.

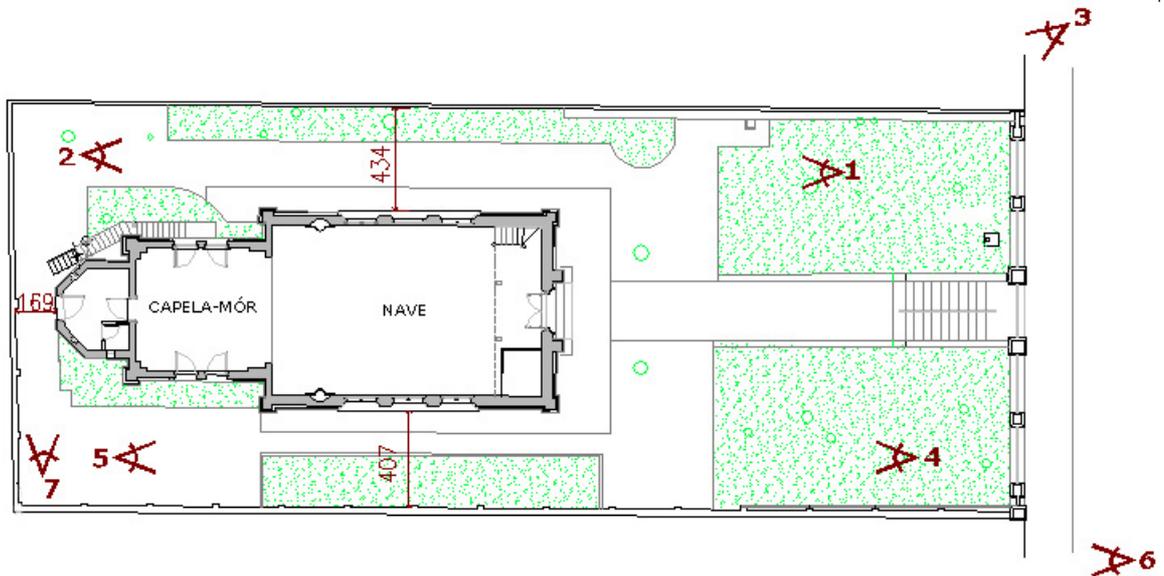


Figura 34 - Implantação com a localização do posicionamento das fotos e as distâncias entre a edificação e o muro.

Conforme as figuras 35 e 36, na lateral direita da edificação, verifica-se que não há distância mínima entre a fachada e o muro e a obstrução da vegetação não possibilita o posicionamento da câmera através da residência vizinha.



Figura 35 – Fachada lateral direita (Foto 1). Acervo próprio, 2006.



Figura 36 – Pouca distância entre a edificação e o muro para obter campo de visão na câmera (Foto 2). Acervo próprio, 2006.



Figura 37 - À direita da igreja, encontra-se a residência vizinha (Foto 3). Acervo próprio, 2006.



Figura 38 - Vegetação impede a obtenção de fotos através da residência vizinha (Foto 3 “zoom” aproximado). Acervo próprio, 2006.

Na lateral esquerda da igreja também não há distância suficiente entre o muro e a fachada, como mostra as fig. 39 e 40. Sobre o muro, onde seria possível tirar fotos de partes da fachada, existem obstáculos (pedaços de vidro) que impedem o apoio sobre o mesmo para a retirada das fotos. Poderia-se também obter fotos importantes da fachada lateral a partir do telhado da edificação vizinha (fig.41 e 42), porém o estado de conservação da estrutura de cobertura não apresenta condições para tanto.



Figura 39 - Fachada lateral esquerda (Foto 4). Acervo próprio, 2006.



Figura 40 - Como no exemplo anterior, pouca distância entre a edificação e o muro para obter campo de visão na câmera (Foto 5). Acervo próprio, 2006.



Figura 41 - À esquerda da igreja, encontra-se uma edificação em abandono e desuso (Foto 6). Acervo próprio, 2006.



Figura 42 - Foto tirada à partir da rua João Gualberto (frente à igreja)

A distância entre os fundos da igreja e o muro de trás, é ainda menor comparada às fachadas laterais (ver fig. 43), além de que, no terreno vizinho (dos fundos), existe uma grande árvore que obstrui a visão e também impede a obtenção de fotos dessa fachada.



Figura 43 – Foto entre o muro dos fundos e a igreja (foto 7). Fonte: Acervo próprio, 2006.

Após todas essas avaliações, concluiu-se que, com a utilização de mais recursos, o problema da falta de distância é facilmente solucionado com o uso de andaimes, pois possibilita a aquisição de várias fotos em diferentes alturas e após a retificação de cada uma individualmente, é possível a construção de um mosaico, formando assim, uma imagem inteira de uma fachada lateral, por exemplo.

Não foi o objetivo desta pesquisa levantar toda a edificação, buscou-se selecionar um número diferenciado de imagens que englobassem fachada externa,

interna e detalhamento de algumas esquadrias, que seriam suficientes para a realização da análise do método fotogramétrico.

As fotos utilizadas para a retificação foram adquiridas estrategicamente em dias nublados para que houvesse o mínimo possível de interferência de sombras, facilitando a identificação das linhas e arestas da imagem. A sombra impede uma visão nítida e uma definição precisa dos detalhes arquitetônicos.



Figura 44 – Levantamento fotogramétrico da porta principal. Fonte: Acervo próprio, 2006.

6.6. UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE ROLLEI MSRPLAN

Após aquisição das fotos, as mesmas foram inseridas no software Rollei MSRPlan para serem retificadas e serem transformadas em ortofotos. Há três modos de retificação disponíveis no software. “Plane by parallels”, “Plane by DiaVer (Diagonalen Viereck – diagonal polygon)”, “Plane by object points”. A opção escolhida, ou seja, retificação através de planos paralelos apresenta precisão menor, comparada aos outros dois modos, no entanto, é suficientemente preciso para o levantamento de fachadas e possui vantagens compensatórias em relação ao tempo economizado, a facilidade de manuseio e aprendizagem do uso do mesmo, além do reduzido número de dados necessários em campo.

Todos os procedimentos utilizados para a retificação de cada foto, estão descritos ao final desta dissertação (ver apêndice A).

7. RESULTADOS

7.1. FUSÃO E COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS NO SOFTWARE AUTOCAD

Para a análise dos resultados obtidos através da retificação das fotos no software Rollei Metric MSRPlan, utilizou-se os arquivos de desenhos gráficos já levantados pela equipe de arquitetos, pelo método tradicional de medição à trena. As fotos retificadas foram inseridas no programa AutoCad e sobrepostas em escala sobre o desenhos já existentes para a realização da comparação de dados.

A implantação abaixo (fig. 45) mostra a localização de cada foto obtida em campo e retificada no software em estudo para a realização da análise comparativa entre métodos.

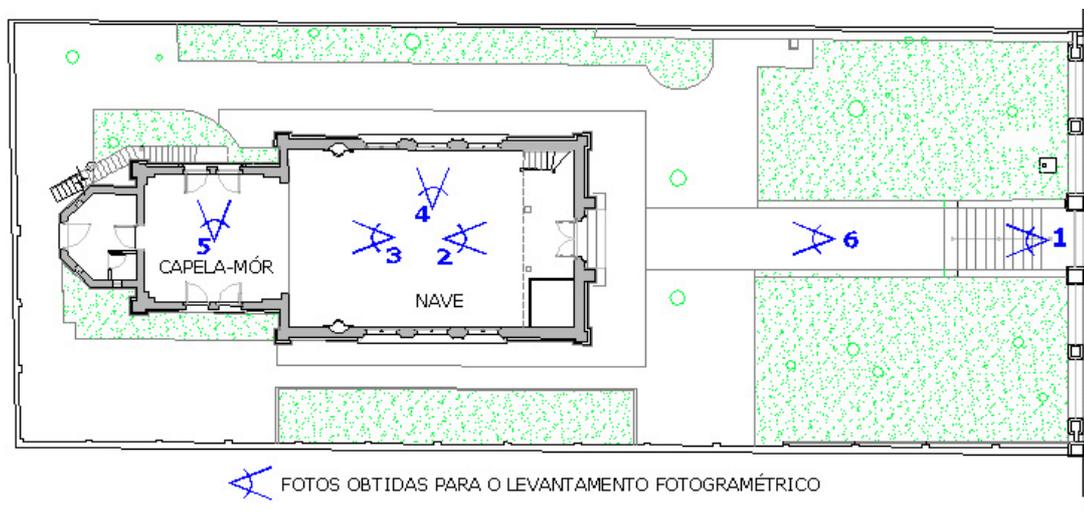


Figura 45 – Implantação da Igreja N. S. da Glória com o posicionamento das fotos para o levantamento fotogramétrico.

7.1.1. FACHADA PRINCIPAL (ORTOFOTO 1)

No comparativo deste primeiro item, a fachada principal (Fig.46), percebe-se que não há diferenças significativas encontradas entre a ortofoto e o desenho elaborado no método tradicional. Para o nível de detalhamento de uma documentação arquitetônica, de forma geral, as medidas obtidas são suficientes para o tipo de trabalho realizado.



Figura 46 - Fotografia da fachada principal retificada e sobreposta sobre o levantamento e documentação gráfica realizada pela equipe de arquitetos em seu projeto de restauro (linhas em vermelho, para melhor observar o contraste sobre a foto).

7.1.2. VISTA DO CORO (FACHADA INTERNA – ORTOFOTO 2)

No comparativo entre o desenho do detalhamento do coro e a foto retificada (ver fig.47), percebe-se a coincidência da curvatura apresentada por um abaulamento na viga e no guarda-corpo do coro, estando a parte central mais alta, por estar sendo apoiado por dois pilares. O engaste lateral de ambas as extremidades laterais, nas paredes, apresentam-se claramente mais baixos. No método de levantamento tradicional, essa constatação primeiramente foi percebida pelos arquitetos responsáveis apenas através da observação do objeto, e posteriormente confirmada com nivelamento com mangueira. No método fotogramétrico foi possível obter o mesmo resultado com a obtenção de uma única fotografia e duas medidas coletadas em campo. No entanto, como havia bancos obstruindo a parte inferior dos pilares que apóiam o coro, não foi possível restituir uma foto completa do objeto. Neste caso, poder-se-ia remover todos os bancos que obstruem a visão total para obter uma imagem inteira, ou, complementar com o método tradicional de levantamento somente a parte em que não foi possível ser mostrada pela foto. Foi escolhida a ultima opção por ser a mais apropriada, evitando a retirada e remoção de parte do mobiliário histórico da igreja.

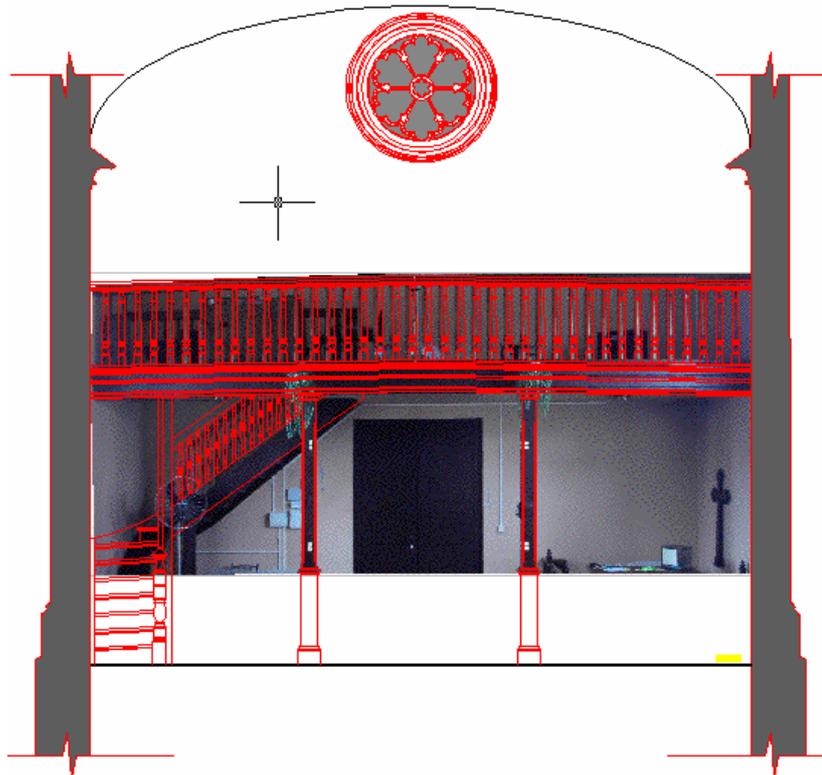


Figura 47 Análise comparativa do coro. Ortofoto X documentação gráfica existente

7.1.3. VISTA DO ARCO CRUZEIRO DA CAPELA-MOR (FACHADA INTERNA – ORTOFOTO 3)

Na comparação do arco de entrada para a capela-mor da igreja (ver fig. 48), os traços indicados em vermelho, foram desenhados a partir do método tradicional, e o traço azul foi obtido pelo método fotogramétrico. Assim, verificou-se que entre os dois levantamentos, houve uma diferença de 12,2cm em relação a altura do arco. Porém, como citado anteriormente, a medição do ponto máximo do arco foi um dos principais obstáculos encontrados no levantamento devido à dificuldade no alcance do mesmo, a falta de equipamento e pelo risco em danificar objetos ao seu entorno com o uso da escada.

No método fotogramétrico, não houve a necessidade do uso da escada e/ou qualquer equipamento, tornando desta forma, o levantamento mais rápido e sem nenhum risco a edificação. No entanto, foi preciso a inserção de pontos de referência na imagem porque não haviam arestas bem definidas que poderiam servir como medidas de aferição para a restituição no software.

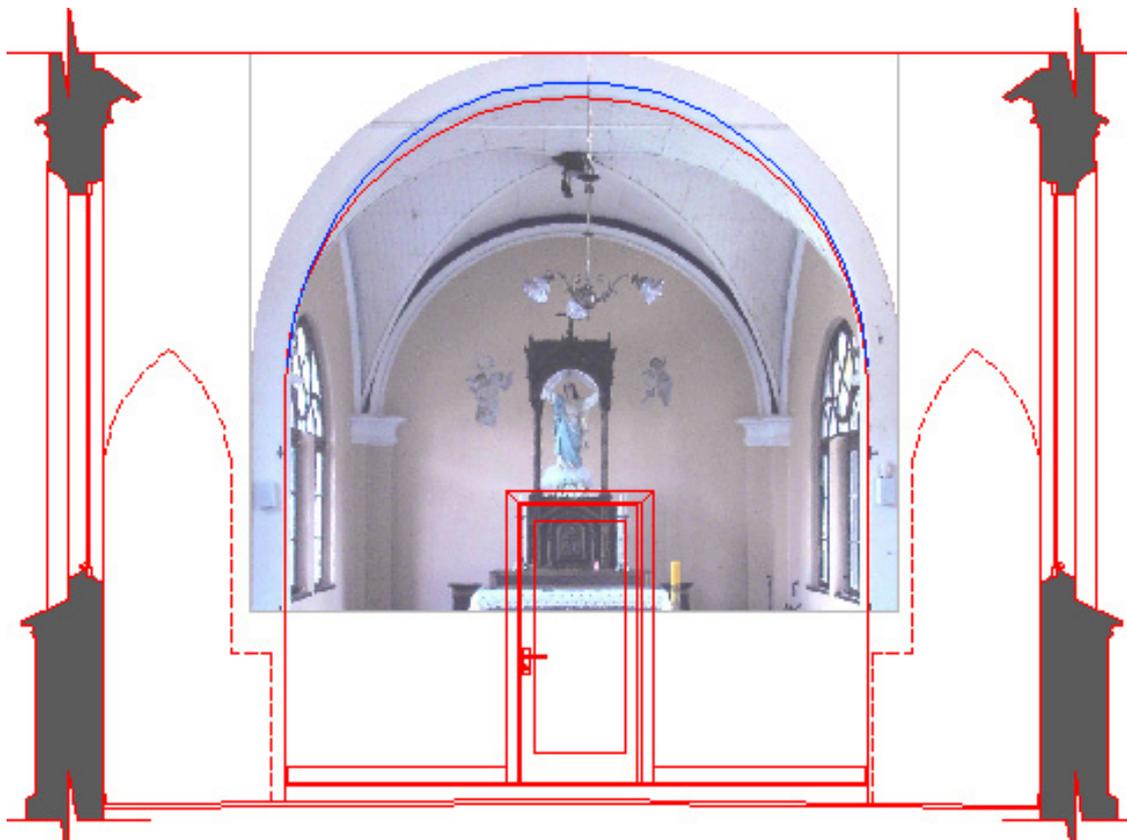


Figura 48 Análise comparativa do arco interno. Ortofoto X documentação gráfica existente.

7.1.4. JANELAS DA NAVE E DO ALTAR (ORTOFOTOS 4 E 5)

A documentação das janelas em relação às ortofotos apresentou uma variação maior entre as medidas. No entanto, segundo os arquitetos responsáveis, as janelas, por serem muito altas, não houve realmente a possibilidade de serem medidas com precisão. Por exemplo, a janela da nave (ver fig. 49a), foi levantada pela arquiteta Sandra, que por falta de equipamento adequado, teve que se apoiar com uma escada pelo lado externo da edificação e se posicionar 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.

E 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 esta se repetia nas fachadas. 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.



Figura 49 - Fotografia da janela da nave (a) e do altar (b), sobrepostas sobre o levantamento e documentação gráfica realizada pela equipe de arquitetos para a realização do projeto de restauro

7.1.5. PORTA PRINCIPAL (ORTOFOTO 6)

O detalhamento da porta principal (fig. 50) foi um dos itens arquitetônicos mais trabalhosos e exaustivos de todo o levantamento de mensuração e documentação gráfica do método tradicional. Neste caso, não pela dificuldade de alcance das medidas, mas pelo número destas a serem retiradas. No método fotogramétrico este tipo de trabalho reduzir-se-ia significativamente, havendo uma economia de tempo, custo e mão de obra.

Outro fator importante, é que a foto retificada fica como um registro preciso que pode ser revisado constantemente, reduzindo a quantidade de visitas e garantindo o registro de pequenos detalhes.



Figura 50 - Fotografia do detalhamento da porta principal e sobreposta sobre o levantamento e documentação gráfica minuciosamente detalhada pela equipe de arquitetos

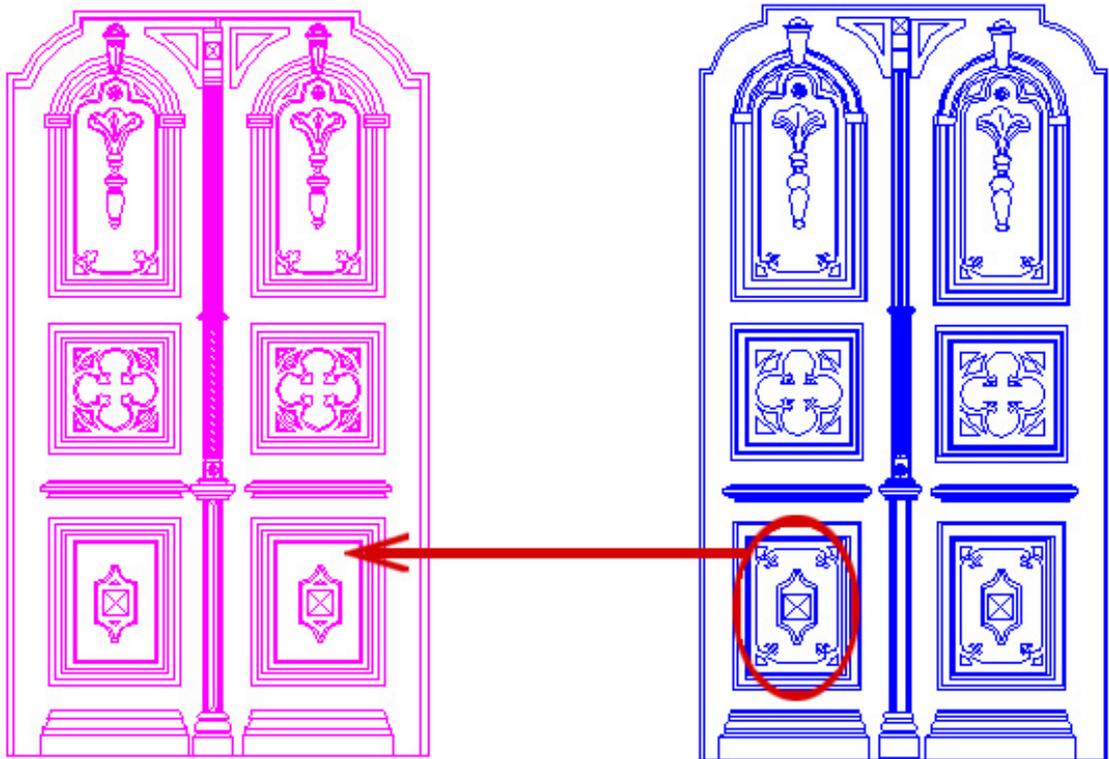


Figura 51 Comparativo entre um desenho obtido pelo método tradicional (cor magenta) e um desenho extraído a partir da fotogrametria (cor azul).

Segundo o comparativo entre os desenhos elaborados pelos dois métodos, como mostra a figura 51, percebe-se que no método tradicional à trena, houve a omissão de parte do ornamento da porta principal. Isso ocorreu, naturalmente, devido ao excesso de detalhes do mesmo. No método fotogramétrico, este tipo de falha é menos frequente, pelo fato da ortofoto estar constantemente presente no momento da restituição.

7.2. COMPARAÇÕES DE CUSTO E TEMPO ENTRE O MÉTODO DE LEVANTAMENTO TRADICIONAL X FOTOGAMÉTRICO

De acordo com o custo e o tempo estimado pelos arquitetos do projeto de restauro, comparado ao do levantamento fotogramétrico realizado, foi elaborada uma tabela comparativa com três exemplos. O custo foi extraído do número de horas gasto para realização do levantamento de cada elemento mais o tempo de

elaboração de seu desenho gráfico (calculado a partir do valor da hora técnica⁸ – de acordo com o CUB). Essa foi uma maneira de estimar o custo individual aproximado de cada elemento, 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 das esquadrias como exemplo, justifica-se pelo fato de serem objetos isolados e onde não houve a necessidade de gastos extras com material ou aluguel de equipamentos no processo de mensuração. Isso permite uma compatibilidade maior de comparação entre os dois métodos.

Para a estimativa de tempo da documentação da fachada principal foram calculados, primeiramente, da porta principal e do óculo. Posteriormente foram somadas com o tempo necessário para medir o restante da fachada. A estimativa de custo foi calculada pelo valor da hora técnica de R\$ 69,08, extraída a partir do valor do CUB do mês de maio de 2006 (R\$ 863,55). Segue abaixo a descrição do total de tempo e custo estimado em cada método.

| Método | Objeto levantado | Tempo medição | Tempo de retificação | Tempo de desenho (AutoCad) | Nº visitas ao local | Total tempo gasto | Custo estimado por hora |
|----------------|----------------------------|---------------|----------------------|----------------------------|---------------------|-------------------|-------------------------|
| Tradicional | Esquadria (janela da nave) | 6 hs | 0 | 4 hs | 3 | 10hs | R\$ 690,84 |
| Fotogramétrico | | 15 min | 20 min | 35 min | 1 | 1h15min | R\$ 86,35 |
| Tradicional | Porta principal | 9hs | 0 | 7hs | 4 | 16hs | R\$ 1.105,34 |
| Fotogramétrico | | 15 min | 20min | 2hs | 1 | 2hs 45min | R\$ 189,98 |
| Tradicional | Fachada Principal | 15hs | 0 | 10hs | 7 | 25hs | R\$ 1.727,71 |
| Fotogramétrico | | 45 min | 20min | 5hs 10 min | 1 | 6hs15min | R\$ 431,75 |

Tabela 1 : Comparativo de tempo e custo de mão-de-obra para documentação entre os métodos tradicional e fotogramétrico (não inclui o custo da câmera e do software).

Conforme a tabela, a diferença aproximada de horas dispendidas entre os métodos de levantamento à trena e fotogramétrico é bastante significativo. Para a documentação da janela da nave, porta principal e fachada principal, a

⁸ Período de tempo dedicado ao cliente para qualquer tipo de assistência técnica à obra contratada, equivale à 8% do valor do CUB, de acordo com a tabela de honorários mínimos do Instituto dos Arquitetos do Brasil – IAB – SC, 2006.

porcentagem de tempo gasto com o uso da fotogrametria é, respectivamente: 87,5% , 82.8% e 75% (por cento) de tempo a menos que no método tradicional à trena.

No entanto, não se pode avaliar esse tipo de trabalho somente através do tempo gasto em cada um dos métodos, porque os resultados obtidos não foram exatamente os mesmos. O levantamento fotogramétrico trouxe mais precisão em relação às medidas gerais e de difícil alcance da esquadria ou objeto. O levantamento à trena, incluiu um detalhamento minucioso que, normalmente, não é possível ser obtido somente a partir da fotogrametria (ex: corte da pingadeira, detalhamento do tipo de entalhe, profundidade das reentrâncias, detalhes de pinásios, etc). Assim, o custo estimado para o levantamento fotogramétrico é válido para o nível de detalhamento mostrado nos desenhos gráficos dessa dissertação, ou seja, sem a inserção dos detalhes em maior escala e sem o detalhamento do corte do objeto ou esquadria.

O comparativo realizado para a documentação da fachada principal resultou em uma diferença significativa na economia de horas (quatro vezes menos) porque foi possível o enquadramento da fachada inteira dentro de uma única foto. Já nas fachadas laterais isto não seria possível por não haver distância suficiente entre o muro e a edificação. O uso de andaimes solucionaria o problema, porém, o tempo de levantamento e restituição fotogramétrica seria significativamente maior. Para o levantamento em campo, haveria necessidade da obtenção de aproximadamente 18 fotos, retificação de cada uma individualmente, a mensuração de 2 retas de referencia para cada foto, a montagem do mosaico completo da fachada e por fim, seu registro em desenho no AutoCad. A somatória de horas para a realização de todo este processo resultaria em um número estimado de 15 horas, mais o custo do aluguel do andaime (aproximadamente R\$120 por semana), mais os serviços de montagem, desmontagem e deslocamento, a partir da contratação de 2 operários (custo aproximado de 180 reais por dia). No método tradicional, o processo de medição e registro gráfico não mudaria, mantendo um numero de horas equivalente ao da fachada principal, uma média de 26 horas. A diferença na economia de tempo seria de aproximadamente 22,65%, não mais os 75% calculados na fachada principal. Portanto, a estimativa do custo total para o método fotogramétrico (já

somado o valor de aluguel do andaime e serviços de mão-de-obra) seria de R\$1.336,26, e a diferença entre os métodos, neste caso, seria de apenas R\$391,45. A fotogrametria ainda assim traria vantagens, porém de maneira menos significativa.

Cabe também ressaltar que o cálculo de tempo e custo para o levantamento de uma fachada, no método tradicional, pode ser muito variável, e depende de:

- a) dificuldade de alcance de medidas;
- b) quantidade de janelas ou portas que teve seu tempo individualizado de detalhamento, para sua posterior inserção na fachada;
- c) repetição de esquadrias e medidas;

Enfim, inúmeros fatores fazem com que o cálculo de tempo varie, podendo apresentar imprecisão. Porém, foi necessário estimar ao menos o número de horas dispendidas em cada método, neste estudo de caso especificamente, para a realização de uma avaliação e análise sobre vantagens e desvantagens do uso da fotogrametria em relação ao levantamento tradicional à trena.

O equipamento fotogramétrico, câmera e software, poderia ser incluso no cálculo de custos (aproximadamente 1600 euros, no ano de 2005), no entanto, o mesmo serviria também para o levantamento de inúmeros outros projetos a serem realizados pelo arquiteto ou empresa.

Para um escritório de grande porte, certamente, a relação custo X benefício da aquisição desse equipamento poderia ser compensada rapidamente, devido a maior agilidade na execução dos trabalhos e a possibilidade de assumir assim, mais projetos em menos tempo. Para um arquiteto autônomo que possui um número reduzido de projetos de restauro, é provável que a compensação do custo da aquisição da camera e o software seja feita somente a longo prazo. Assim, como opção para a redução de custo, existe a possibilidade de obtenção da camera apenas, o que permitiria o uso da versão gratuita, porém limitada, do software MSRPlan.

8. CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo analisar o uso da fotogrametria arquitetural como ferramenta de auxílio na documentação e registro de edificações históricas. Esta análise foi possível através do desenvolvimento de uma fundamentação teórica e pesquisa de campo.

A fundamentação teórica foi essencial para a compreensão da importância dos trabalhos de valorização, preservação e conservação do bem cultural arquitetônico e dos conceitos utilizados como base para todo e qualquer trabalho de restauro.

A revisão de literatura visou também o esclarecimento à profissionais não especializados na área do patrimônio, sobre do que consiste este tipo de trabalho, e sua importância cultural e sócio-econômica. Portanto, através do acompanhamento e análise do processo projetual de restauração, foi possível constatar que a documentação arquitetônica é uma das etapas fundamentais, e uma das mais trabalhosas, de todo o processo.

A conceituação da fotogrametria à curta distância e os diferentes modos de retificação e seus exemplos, permitiu obter-se uma noção geral sobre as suas principais funções e sobre o auxílio que este pode fornecer a arquitetos e restauradores. Essa fundamentação a respeito da fotogrametria arquitetural também foi importante para a descoberta e compreensão da forma de aplicação e manuseio tanto da camera quanto do software de restituição fotogramétrica.

Quanto aos procedimentos de pesquisa de campo, a metodologia utilizada possibilitou conhecer as dificuldades encontradas no mapeamento preciso do diagnóstico e no levantamento de medidas para o registro da geometria da arquitetura, tanto no método tradicional de medição à trena, quanto no método fotogramétrico.

A pesquisa de campo também permitiu explorar o uso da fotogrametria digital, com o uso da camera Rollei dp3210, que comprovou a rapidez na utilização das imagens através da inserção direta das mesmas ao software fotogramétrico, sem a necessidade de escanerização.

A aplicação do software MSRPlan serviu como ferramenta para a análise do método fotogramétrico para o levantamento e restituição das fotos. Além de contribuir com uma maior compreensão da técnica de monorestituição, na qual o software se baseia.

Graças à riqueza de informações obtidas através da fundamentação teórica, da pesquisa de campo, dos importantes dados e relatos fornecidos pelos arquitetos responsáveis pelo projeto de restauro da Igreja Nossa Senhora da Glória e da aplicação da fotogrametria no estudo de caso deste trabalho, foi possível realizar um comparativo de tempo, custo e produto final dos métodos tradicional e fotogramétrico.

Na análise sobre o uso do método fotogramétrico em relação ao método tradicional foi verificada tanto vantagens, quanto desvantagens.

Neste comparativo constatou-se que a fotogrametria apresenta vantagens em relação a tempo e custo. Ela possibilita um levantamento mais rápido, mais preciso e mais econômico que o método tradicional para um determinado nível de detalhamento arquitetônico, ou seja, para a aquisição geométrica de toda uma edificação histórica de forma geral.

Muitos obstáculos encontrados no levantamento de medidas de difícil alcance seriam facilmente solucionados com o uso da fotogrametria.

Para o levantamento e descrição do diagnóstico de danos, a ortofoto poderia fornecer em escala real a localização e dimensão precisa dos danos da edificação e ainda conserva suas características e cores reais. No método tradicional, este tipo de levantamento é descrito primeiramente à mão sobre os desenhos arquitetônicos anteriormente levantados, desenhados e impressos, sendo assim necessário para a diferenciação dos tipos de danos, o uso de cores e símbolos variados, identificados posteriormente por legenda.

Portanto, é possível obter, além de registros gráficos do bem histórico, registros fotográficos em escala, servindo como um documento comprobatório da realidade da edificação, suas dimensões e o seu real estado de conservação no ano em que a mesma foi documentada. Este tipo de produto pode ser uma fonte de dados valiosos para uma restauração futura ou para uma busca constante de

informações históricas, sendo assim, um item importante para a implementação em inventários de bens culturais.

As desvantagens encontradas no método fotogramétrico foram as dificuldades e/ou incapacidade no levantamento de determinados itens necessários para uma documentação completa e minuciosamente detalhada da edificação. Por exemplo: cortes das esquadrias ou ornamentos, detalhamentos em diferentes ângulos, perfil dos detalhes que possuam muitos e variados planos, pequenas reentrâncias ou formas muito arredondadas, etc. Para esse nível de detalhamento, o método tradicional ainda é a alternativa mais indicada.

Outra desvantagem, é que fotogrametria necessita de condições favoráveis de entorno. Constatou-se que, no caso de haver obstáculos, ou seja, elementos que obstruam parte do objeto ou distâncias insuficientes para a obtenção de toda a imagem em uma única foto, se faz necessário a utilização de equipamentos de apoio, um número maior de ortofotos ou até mesmo optar pelo uso do método tradicional como complemento de parte da documentação.

Conclui-se, portanto, que a utilização da fotogrametria, aplicada neste estudo de caso e a partir dos equipamentos fotogramétricos anteriormente mencionados, é uma alternativa indicada para solucionar problemas de mensuração em locais de difícil alcance e para agilizar o processo de diagnóstico, levantamento de dados e medidas para documentação de elementos arquitetônicos de uma edificação histórica. No entanto, provou-se que o método fotogramétrico ainda não serve como um total substituto ao método tradicional, mas serve principalmente como uma importante ferramenta de auxílio na documentação do patrimônio.

Uma visão geral sobre o potencial da fotogrametria à curta distância, além das constatações já mencionadas no estudo desta pesquisa, permite ainda concluir que ela oferece como principal vantagem, uma documentação visual e incontestável a respeito do bem a ser avaliado, possibilitando análises temporais, seja de conservação, seja da qualidade construtiva, além da apresentação da obra, de modo fiel a época que o monumento representa.

Espera-se, com esta pesquisa, que se tenha ampliado as informações a respeito da fotogrametria à curta distância, incentivando os profissionais da área de

arquitetura e restauro a mobilizarem-se na utilização mais efetiva desta prática. Almeja-se assim a divulgação mais intensa, não somente no campo profissional, mas também educacional, com a inclusão de disciplinas sobre a fotogrametria em instituições para formação de arquitetos e restauradores.

O conhecimento e a utilização dos recursos da Fotogrametria, certamente permitiriam a instituições como o IPHAN, os órgãos estaduais e os municipais correlacionados, gerar bancos de dados que possibilitariam a construção de uma cultura brasileira diferenciada quanto ao valor dos monumentos e bens históricos, possibilitando, desta forma, que alunos, pesquisadores e cidadãos comuns pudessem conhecer o amplo acervo deste país, sem haver a necessidade direta de visitá-los pessoalmente, gerando-se sites e literaturas com atraentes ilustrações, ou seja, soluções de aproximação e valorização, primeiramente através de imagens, entre a comunidade e o patrimônio brasileiro.

8.1. RECOMENDAÇÕES

A pesquisa e a análise comparativa realizadas nesta dissertação procuraram romper barreiras e esclarecer questionamentos sobre o uso do método fotogramétrico. No entanto, a não contratação de equipamentos de apoio e de segurança para a conferência de medidas de difícil alcance em campo para o método tradicional, deixaram algumas lacunas sobre a análise real da precisão no comparativo com o método fotogramétrica neste estudo.

Assim, sugere-se como recomendações para pesquisas futuras:

- a) Uma investigação aprofundada das reais diferenças (em mm) entre as medidas obtidas a partir do levantamento à trena e com o uso da fotogrametria.
- b) Comparar os avanços e o uso da fotogrametria no Brasil e na Europa.
- c) Criar um sistema prático e confiável do modo como a fotogrametria pode contribuir efetivamente na elaboração de inventários dos bens culturais.
- d) Realizar uma pesquisa quantitativa do número de arquitetos e restauradores que realmente possuem conhecimento e usufruem da fotogrametria no campo

profissional, buscando assim, suas reais vantagens ou desvantagens, comprovadas na prática.

- e) Investigar o modo como instituições educacionais voltados para a formação de arquitetos e restauradores abordam ou não, o conceito da fotogrametria arquitetural.

8.2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa contribuiu para apresentar a fotogrametria de uma forma mais prática e acessível a arquitetos e restauradores, provando que não há necessidade de um alto investimento, de conhecimentos técnicos e cálculos aprofundados para a utilização desta técnica.

Desta forma, o levantamento e a restituição fotogramétrica são realmente ferramentas de auxílio que facilitam e agilizam a documentação arquitetônica de um bem cultural e que, atualmente, estão ao alcance de todos.

Há alguns poucos anos atrás, as câmeras métricas mais antigas custavam entre 40 a 60 mil dólares, com o avanço tecnológico, a possibilidade para se obter um software fotogramétrico e uma câmera tornou-se acessível. O fato de existirem equipamentos fotogramétricos com custos reduzidos, conforme verificado nesta pesquisa, ampliou as chances de aquisição dos mesmos por profissionais de áreas distintas. Portanto, almeja-se assim, que o preconceito do alto custo e a barreira ainda existente na utilização da fotogrametria nas áreas de arquitetura e restauro sejam rompidas, e a prática e os avanços dessa técnica sejam efetivamente ampliadas e divulgadas no Brasil.

9. REFERÊNCIAS

AGACHE, D.A. et al , Comment reconstruire nos cités détruites, Paris , 1915.

ALTROCK, P.; Aplicações da Fotogrametria digital na documentação de edificações históricas – estudo das obras do Brigadeiro Joseph da Silva Paes, séc. XVIII, Tese Doutorado , Eng. de Produção e Sistemas, UFSC, 2004.

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, SBEE, 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, Ed.J.W. Arrowsmith Ltd, Bristol,1996.

BAEHR, H. P. ; WIESEL, J.; Cost-benefit analysis of digital orthophoto technology, Digital Photogrammetry Systems, Ed. Ebner, H. & Herbert Wichmann Verlag GmbH, Karlsruhe, 1991.

BALLART, Josep. El Patrimonio Histórico y Arqueológico: Valor y Uso. Ed. Ariel, Barcelona, 1997.

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO DE MONUMENTOS E CONJUNTOS HISTÓRICOS – CECRE. Disponível em: <http://www.cecre.ufba.br> , acesso em 16/08/06.

CHOAY, F.; A alegoria do patrimônio, Ed. UNESP, 2001.

COELHO, A.H. Fotogrametria Digital à Curta Distância aplicada a medição da configuração geométrica de elementos de instalações industriais. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. UFSC. 2000.

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.

CULTNAT - Center for the Documentation of the Cultural and Natural Heritage; Strategic Approach to Egypt's Cultural Heritage , Egito, 2004. Disponível em : http://www.cultnat.org/download/Pdf_strategic_approach.html#part1, acesso em 09/02/06. Texto Especial 122 – março 2002

FELLBAUM , M.; Low cost surveying systems in architectural photogrammetry , International Society for photogrammetry and remote sensing . XVII ISPRS Congress, Washington, D.C.; 1992. Anais Vol. III.

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

FUNDAÇÃO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO DE PERNAMBUCO - FUNDARPE; Disponível em: <http://www.cultura.pe.gov.br> , acesso em 10/08/06.

GALLO , H; Relato e reflexões sobre uma experiência de trabalho de restauro: a intervenção no antigo Cine-Teatro Paramount em São Paulo_ Artigo do Texto Especial 122, Março, 2002. Disponível em : <http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq000/esp122.asp> , acesso em 23/03/06.

ICOMOS – documento traduzido por Puccioni, S ; Albuquerque, A., ; Paris, 2001. Disponível em :http://www.icomos.org.br/pdf/Rec%20_Brasil.pdf , acesso em 24/03/2006.

INST. AÇORIANO DE CULTURA; INST. PORTUGUÊS DO PATRIMÔNIO ARQUITETÔNICO. Património Edificado – Novas tecnologias. Inventários , Angra do Heroísmo, 2002.

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.

KERSTEN, M. S. A., “Os rituais do tombamento e a escrita da História” – Curitiba, Editora da UFPR, 2000.

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

LEMA, J.L.;TORTOSA, R.V.; Digital Development of a small valencian tower - XX ISPRS Congress, Istambul, Turquia, 2004. Disponível em: <http://www.isprs.org/istanbul2004/comm5/papers/596.pdf> , acesso em 26/07/2005.

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

LOCH, MBA para executivos em administração global. Apostila da disciplina de gestão ambiental. Florianópolis, UNI e UDESC, 2002.

LOCH, C., LAPOLLI, E.M. Elementos Básicos de Fotogrametria e sua utilização prática. Florianópolis, UFSC, 1994. 87p.

LUHMANN, T. ; TECKLENBURG, W; 3-D Object Reconstruction from multiple-station panorama imagery - Panoramic Photogrammetry Workshop , Berlin, Alemanha , 2005. Disponível em :http://www.commission5.isprs.org/wg1/workshop_pano/papers/PanoWS_Dresden2004_Luhmann_b.pdf, acesso em 20/11/2005.

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.

MASCARELLO, S.N., org; Documentos internacionais e nacionais sobre preservação dos bens culturais. UNISINOS, São Leopoldo , 1986.

MEDINA, S.S.S.; Análise de produtos fotogramétricos para cadastramento de monumentos arquitetônicos, Tese (Mestrado em Ciências Geodésicas) – Curso de Pós Graduação em Ciências Geodésicas, UFPR , Curitiba, 2002.

MELLO, E.T.O.; O mercado brasileiro para os sensores imageadores digitais suborbitais, Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós Graduação de Eng, Civil, UFSC , Florianópolis, 2002.

MENEGUELLO, C; A preservação do patrimônio e o tecido urbano. Parte 1. A reinterpretção do passado histórico_ Artigo do Texto Especial 007, Agosto, 2000. Disponível em : <http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq000/esp007.asp> , acesso em 10/08/2006.

PEREIRA, Zulmira S., MORGADO, Ana M., GONÇALVES, José A.; Elaboração de um Arquivo Arquitectónico inserido num Modelo Tridimensional Urbano, Portugal, 2004. Disponível em: http://www.igeo.pt/lgeo/portugues/servicos/CDI/biblioteca/PublicacoesIGP_files/ESIG_2004/p093.pdf , acesso em 20/03/2006.

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 Fridericana de Karlsruhe, München, 2001.

RIBEIRO, J. C.; Fotogrametria Digital - I Workshop sobre Geoprocessamento da UFV – UFVGEO, Viçosa – MG, 2002. Disponível em: <http://www.ufv.br/nugeo/ufvgeo2002/resumos/jcristeibeiro.pdf> , acesso em 26/07/2005.

ROCHA, C; PIORNO, J;FREIRE,R; MEDINA, I,A; Uma discussão histórica sobre fotogrametria, COBRAC, Florianópolis, 2004.

RODRIGUES, José Wash ; Documentário arquitetônico relativo à antiga construção civil no Brasil. 4ª ed. Belo Horizonte, Ed. Itatiaia; São Paulo, 1979.

ROSE, Carla. Aprenda em 14 dias fotografia digital. Ed. Campus, 1998.

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

SILVA, D.C.; MELO, I.D.F.; OLIVEIRA, R.N.Q.; Alta resolução com uso de câmaras digitais de baixo custo para mapeamento - Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 4561-4568

SILVA, L.S.; Desenvolvimento de uma tecnologia fotogramétrico-digital para a medição e a documentação de edificações. São José dos Campos, Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada), INPE, 1999.

SIMON, L. M. ; Documentação e monitoramento de sítios urbanos históricos com apoio do cadastro técnico multifinalitário e da fotogrametria digital – estudo de caso: Laguna. Florianópolis, Dissertação (Mestrado em Eng. Civil) – Curso de Pós-Graduação em Eng. Civil, UFSC, 2000.

TOMMASELLI, A. M. G.; Modernas tecnologias para coleta de informações espaciais - Anais - I I Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, Aracaju-SE, 2004. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/labgeo/srgsr2/pdfs/palestra15.pdf> , acesso em 26/07/2005.

TIESDELL,S.; OC, T.; HEATH, T. “Revitalizing: Historic Urban Quarters”, Ed. Architectural Press, Oxford, 1998.

VIOLET-LE-DUC,E.E.; Restauração - Coleção Artes e Ofícios, Cotia – SP : Ateliê Editorial , 2000.

WARNER,W. S., GRAHAN R. W., READ, R.E. Smal Format Aerial Photography, 2 ed. 1997.

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.

APÊNDICE A – APLICAÇÃO DO SOFTWARE MSRPLAN PARA A RETIFICAÇÃO DE UMA FOTO

1- INSERÇÃO DAS FOTOS

Primeiramente, cria-se um novo projeto e um novo nome de arquivo.



Figura 1 – Menu do software. Fonte: Rollei MSR Plan, 2006

No item images, em Load images, é necessário indicar o caminho (no diretório ou “browser”) onde se encontram os arquivos, no caso, as fotos a serem retificadas. Se as fotos estiverem arquivadas em jpg, tif ou bmp, necessariamente o programa deve ser adquirido através de sua compra, sendo obrigatório o uso da chave “hard lock” para que esses formatos apareçam disponíveis. A versão gratuita MSRfree , restringe a leitura somente de arquivos RDC (Rollei Digital Câmera), ou seja, arquivos obtidos somente de câmeras específicas da marca Rollei.

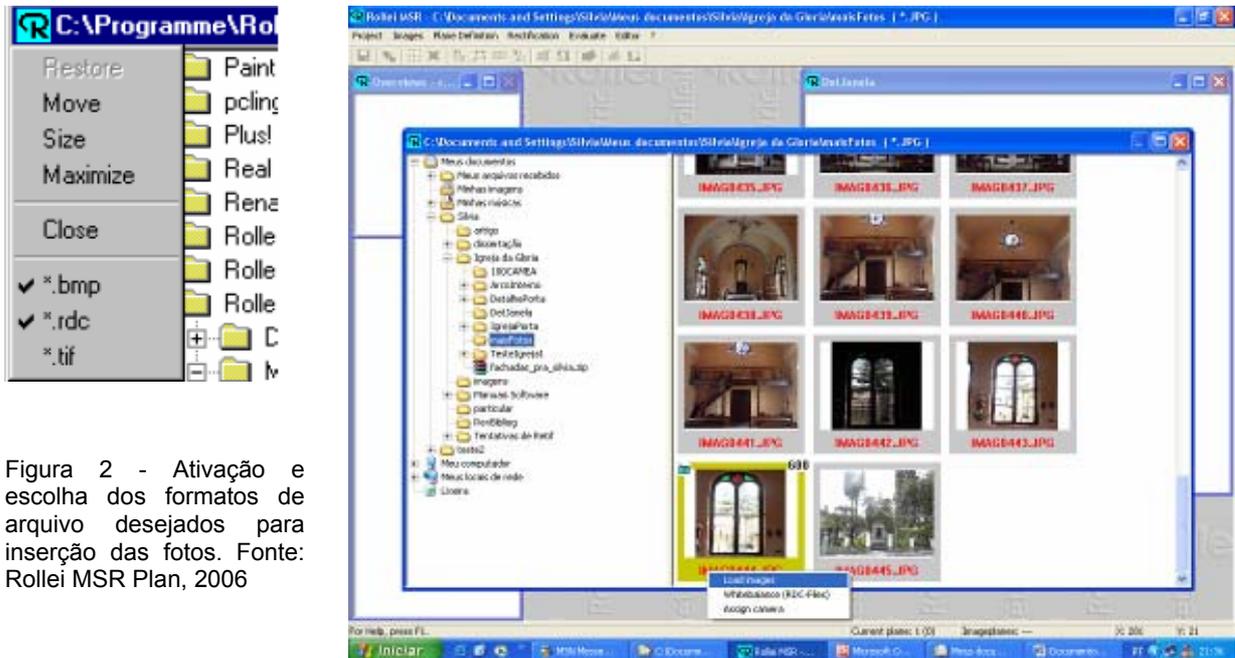


Figura 2 - Ativação e escolha dos formatos de arquivo desejados para inserção das fotos. Fonte: Rollei MSR Plan, 2006

Figura 3 – Busca das fotos a retificar no diretório (browser). Fonte: Rollei MSR Plan, 2006

Quando se escolhe a foto a ser inserida, o programa solicita o modelo da câmera pela qual a mesma foi obtida. Neste caso, como citado anteriormente (cap. 7.2), como a calibração da câmera já havia sido instalada no software com o arquivo executável enviado pela equipe técnica da Rollei, automaticamente, fica disponível somente um modelo de câmera. Assim, no item “Editor” do programa é possível observar, somente como objetivo informativo, os dados da câmera e sua calibração, já previamente inseridos pela fabricante. Os dados da câmera referem-se ao: modelo da câmera, foco da lente e parâmetros de distorção.



Figura 4 – Disponibilização da câmera utilizada. Fonte: Rollei MSR Plan, 2006.

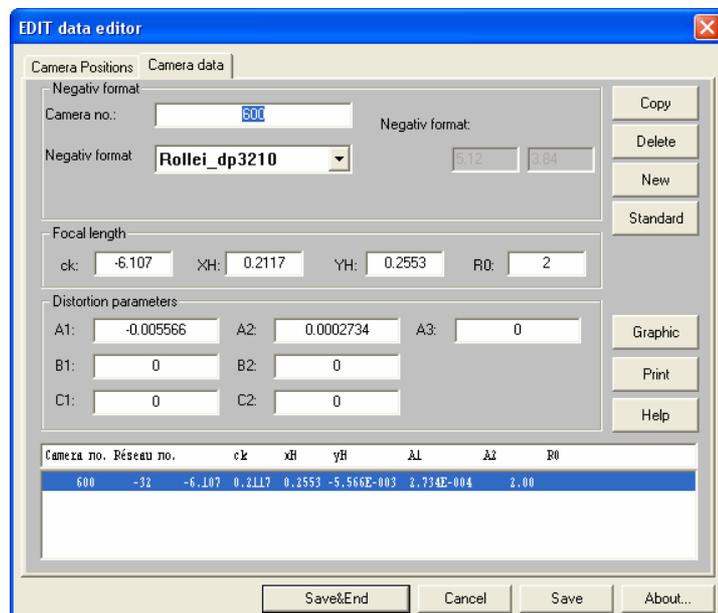


Figura 5 - Dados da câmera: modelo da câmera, foco da lente e parâmetros de distorção. Fonte: Rollei MSR Plan, 2006.

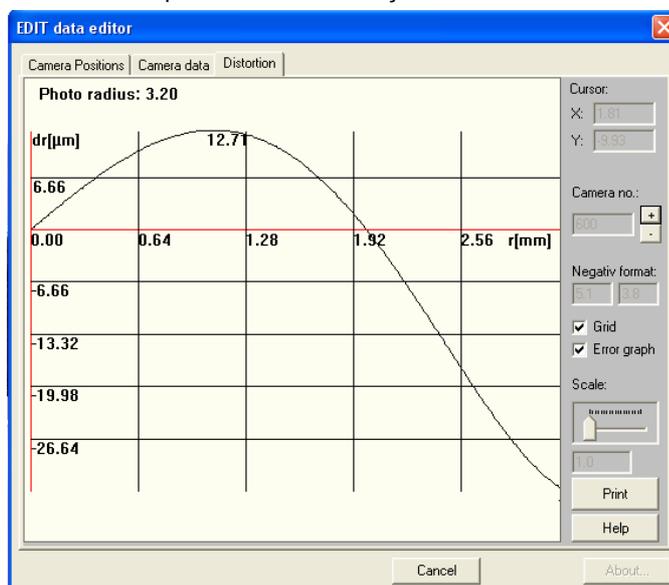


Figura 6- Gráfico de distorção. Fonte: Rollei MSR Plan, 2006.

2 - RETIFICAÇÃO DAS FOTOS

O modo de retificação escolhido para a realização deste trabalho foi a retificação por “planos paralelos”, assim denominada pelo software. As paralelas são definidas por pontos contidos na reta, são necessários dois pontos para a formação de cada reta, duas horizontais e duas verticais, conforme mostra a figura 8.

Para a definição do plano via paralelas, também é necessária a inserção de duas distâncias X e Y, a partir da medição em campo de duas linhas (uma horizontal e outra vertical) que servirão como referência para a definição do plano. Essas medidas, assim como, os pontos para a definição das retas, devem ser informadas no quadro abaixo, completando então, a formação do primeiro plano.

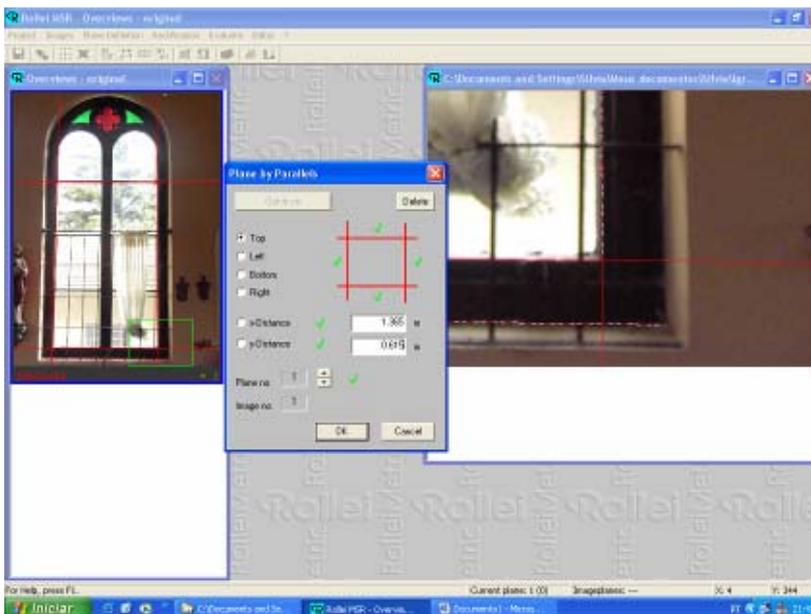


Figura 8 – Definição das distâncias X e Y de duas linhas conhecidas e medidas em campo (referência para a definição do plano por paralelas). Fonte: Rollei MSR Plan, 2006.



Figura 7 - Quadro de indicação das retas paralelas. Fonte: Rollei MSR Plan, 2006.

Caso, a retificação seja uma grande área, uma fachada principal, por exemplo, a retificação é realizada através da definição de vários planos e da junção dos mesmos, formando, portanto, um mosaico de toda a fachada.

Após a definição do plano, define-se a área a ser retificada. Esta área é definida pelo usuário que contorna na foto o objeto a ser retificado, após a

finalização do contorno, a área escolhida é automaticamente pintada de magenta (Fig. 9)

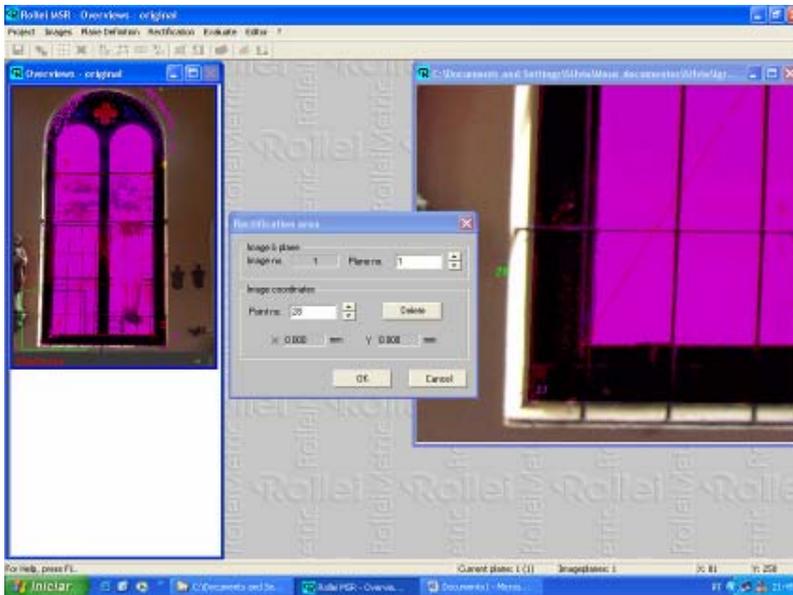


Figura 9 - Definição da área a ser retificada (no caso, contorno de toda esquadria). Fonte: Rollei MSR Plan, 2006.



Figura 10 – Quadro com a definição do número de pontos necessários para a realização de todo contorno. Fonte: Rollei MSR Plan, 2006.

Definida a área a ser retificada, o programa solicita parâmetros de configuração da imagem e a escolha do plano a ser retificado. Uma vez escolhido e ativado o plano é preciso fornecer parâmetros, como, resolução (tamanho do pixel), tamanho da imagem na tela (Overview size) e o nome do arquivo, ou seja, da imagem retificada. Quanto menor o tamanho do pixel, maior será tamanho do arquivo, quando se insere o valor desejado, o software instantaneamente informa o tamanho em que o arquivo será gerado. (Fig. 11)

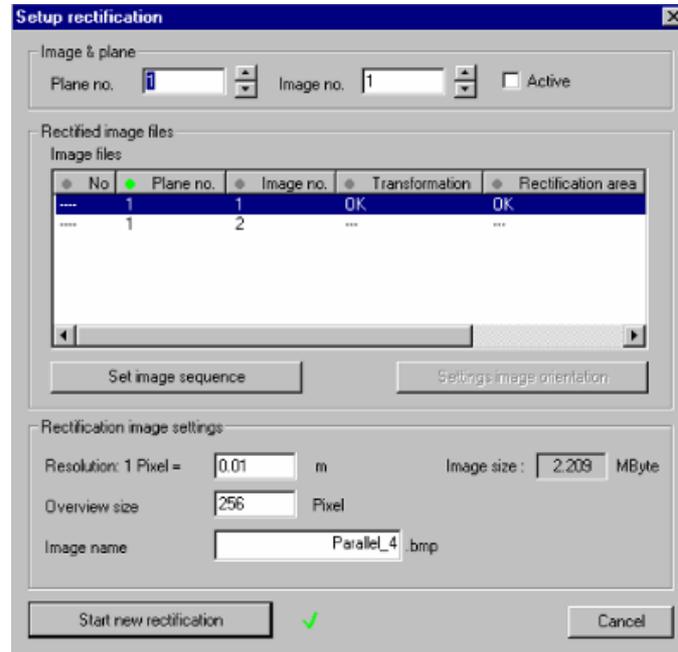


Figura 11 - Quadro de ativação do plano e parâmetros desejado para a retificação da imagem. Fonte: Rollei MSR Plan, 2006.

Definidos e inseridos todos os parâmetros solicitados, é requerida finalmente a retificação da imagem. A imagem estando retificada, o programa disponibiliza a ferramenta CAD, que possibilita a realização de desenhos e contornos sobre a foto retificada.

Para conferir a precisão da imagem retificada, utilizando o item “dimension” disponibilizada pelo aplicativo CAD do programa, é possível medir linhas conhecidas e compara-las com a medição realizada em campo.



Figura 12 - Ativação do aplicativo CAD. Fonte: Rollei MSR Plan, 2006.

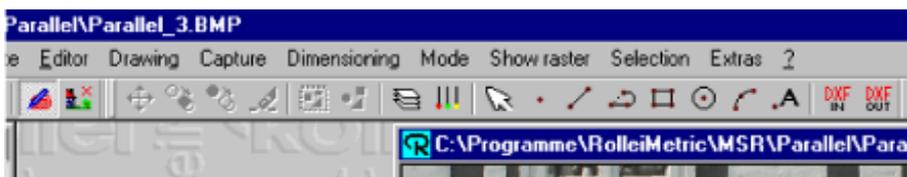


Figura 13 - Ativação dos itens ferramentais do CAD (menu) . Fonte: Rollei MSR Plan, 2006.

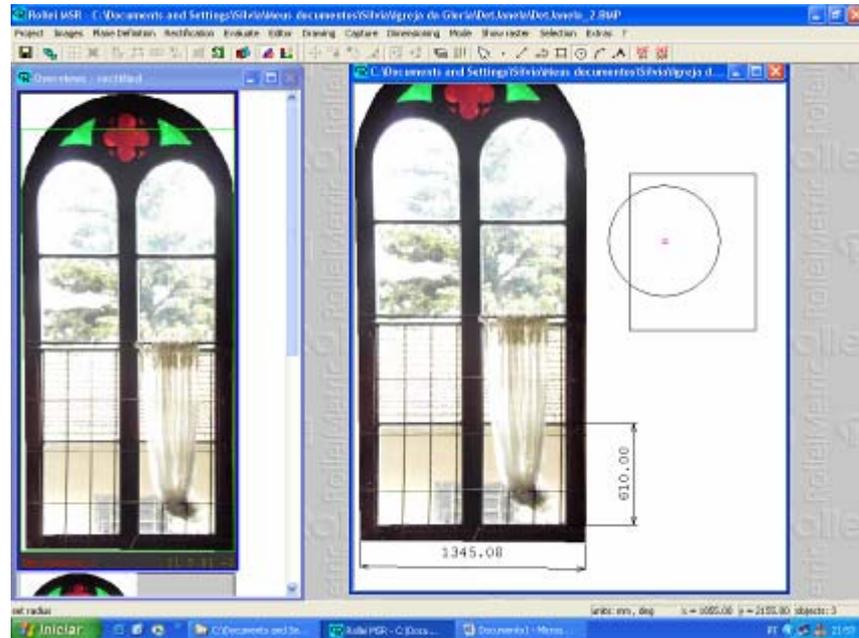


Figura 14 - Imagem retificada e medição de retas conhecidas através do item “dimension” disponibilizada pelo aplicativo CAD do programa. Fonte: Rollei MSR Plan, 2006.

7.3 - UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO CAD

O aplicativo CAD fornecido pelo software MRSPlan é bastante simplificado e possui poucas ferramentas para o desenho e a restituição da fotografia. Portanto, há uma praticidade maior na inserção da ortofoto (foto já retificada) no próprio programa original do AutoCAD. Porque, esta possui comandos extremamente mais ágeis, e também porque a grande maioria de arquitetos já a utilizam e já possuem prática e habilidade no seu manuseio.

No entanto, para conferir rapidamente se a foto realmente obteve um resultado preciso, o comando de medição do aplicativo CAD do próprio software Rollei Metric MSRPlan é importante, pois é possível obter a dimensão de uma medida conhecida e verificar se o valor é aproximado ao que foi extraído em campo.

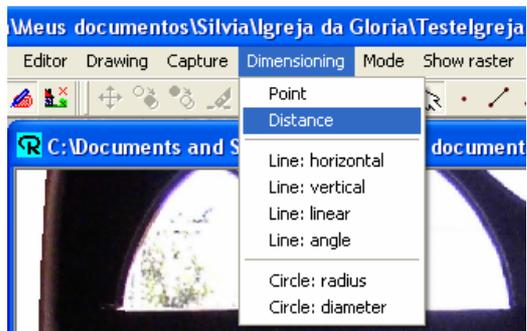


Figura 15 - Comando " Dimensioning" do aplicativo CAD. Fonte: Rollei MSR Plan, 2006.

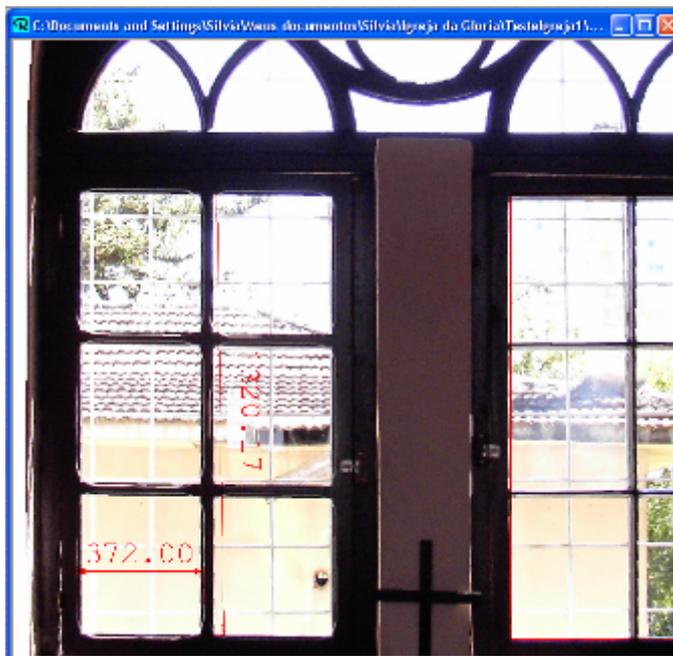


Figura 16 - Conferencia das medidas levantadas em campo da janela ao lado. Fonte: Rollei MSR Plan, 2006.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)