

1. INTRODUÇÃO

A fotogrametria é um método de levantamento baseado na observação do mesmo objecto de dois ou três ângulos diferentes, possibilitando a reconstituição de uma imagem espacial a partir de imagens bidimensionais.

Nesta técnica, um sistema informático especialmente concebido permite, a partir de pares de fotografias convergentes posicionadas no espaço através da tomada de pontos coordenados, a reconstituição da geometria de monumentos históricos ou de fachadas trabalhadas.

A referenciação exacta das áreas fotografadas é conseguida através da determinação das coordenadas xyz de alguns pontos, por processos topográficos correntes.

As fotografias das partes cujo levantamento se pretende realizar são tomadas por meio de uma câmara fotográfica de precisão (fig.1), dotada de um sistema de miras que permitirá posteriormente ajustar as deformações da película. Os pontos coordenados são tomados por meio de um taqueómetro equipado com um distanciómetro *laser* que permite a obtenção de qualquer ponto na fachada, prescindindo da colocação da respectiva marca no local (fig. 2). A restituição é feita posteriormente em gabinete, utilizando um computador dotado de *software* apropriado (fig. 3).

A fotogrametria permite concretamente, com o auxílio de pares de fotografias convergentes, restituir em "AutoCAD" desenhos e alçados das fachadas, digitalizando as informações contidas nas fotografias, para consulta e tratamento posterior. O formato a adoptar está directamente relacionado com o grau de pormenor pretendido – 10 x 15 cm ou 20 x 30 cm.

Utilizando esta técnica, é possível executar levantamentos de monumentos e de edifícios antigos, por serem mais rápidos que os levantamentos tradicionais e poderem apresentar o grau de rigor mais adequado aos objectivos de cada estudo e de cada fase do seu desenvolvimento.

Além de uma economia de tempo relativamente aos levantamentos tradicionais efectuados manualmente, a fotogrametria permite realizar desenhos, a escalas variáveis consoante as necessidades, fornecer informações importantes de ordem histórica ou arqueológica, bem como referenciar as patologias apresentadas pelos elementos levantados.

A precisão do *software* de fotogrametria depende da escala de representação gráfica pretendida. Por exemplo, um desenho à escala 1/50 poderá apresentar um erro da ordem dos 2 cm.

2. EQUIPAMENTO

O equipamento necessário é constituído por:

- Computador com microprocessador PENTIUM, com sistema operativo *Windows*, *software* de fotogrametria e *software* "AutoCAD" instalados.
- Dois monitores a cores SVGA de 17".
- Estação total munida de caderneta de terreno, conectável ao computador, e distanciómetro de *laser*.
- Aparelho fotográfico, métrico, adaptado ao *software* de fotogrametria, munido de objectivas de 24 e 50 mm.
- Mesa digitalizadora com formato 24 x 36 polegadas (610 x 914 mm), munida de um rato de 16 teclas e lupa.

3. METODOLOGIA

A metodologia dos levantamentos fotogramétricos de edifícios e de monumentos antigos está dividida em duas fases principais, adiante descritas.

3.1 FASE DE CAMPO

a) Tomada de coordenadas com o auxílio da estação total:

Esta tomada é feita por forma a posicionar no espaço, em coordenadas cartesianas xyz, os pares de fotografias. É feita por um topógrafo, utilizando uma estação total munida de caderneta de terreno conectável ao computador.

b) Execução das fotografias convergentes das fachadas:

As fotografias são feitas utilizando uma máquina fotográfica, a partir do solo, ou com o auxílio dum braço articulado de acesso, no caso das fachadas relativamente altas.

Para cada objecto ou parte de construção são tomadas duas fotografias, pelo menos, sob dois ângulos diferentes. É necessário que a distância entre duas estações seja pelo menos entre 30 e 50 por cento da distância entre a câmara e o objecto (ângulo de 30º). O *software* de fotogrametria, após digitalização, permite encontrar, por triangulação, em coordenadas xyz (tridimensional), qualquer ponto visível sobre as duas fotos, no mínimo.

As fotos são reveladas em formato 10 x 15 cm ou 20 x 30 cm, o que permite constituir uma documentação fotográfica do objecto levantado (plantas e alçados). Seguidamente, estas fotos podem ser utilizadas para desenvolver o trabalho (em complemento dos desenhos) e arquivadas.

Em espaços interiores, a tomada de fotos é feita com a ajuda de um *flash*. O mesmo acontece quando se pretendem eliminar no exterior as sombras provocadas por certos elementos estruturais das fachadas.

No caso de utilização em condições particularmente difíceis, em que existam, por exemplo, situações de impossibilidade de recuo para a tomada de fotos utiliza-se uma objectiva de 19 mm.

Paralelamente à execução dos modelos deverão ser obtidas fotografias de pormenor de todos os elementos arquitectónicos eventualmente existentes, como por exemplo: frisos decorados e capitéis. Esta informação será indispensável para a representação esquemática desses elementos nos desenhos gerais (esc. 1/100 ou 1/50).

c) Levantamento manual:

O levantamento manual permite anotar pormenores de dimensões e pormenores complementares da informação obtida por meios topográficos. Neste levantamento manual anotam-se os pormenores que vão ter grande importância durante a tomada de fotos, para obter uma melhor precisão, em função da complexidade do objecto levantado.

A recolha dos dados de campo é feita por técnicos familiarizados com os monumentos e a construção em pedra, por forma a recolher informações complementares, ao nível do aparelho, das pedras ou dos pormenores das esculturas, caso existam.

3.2 FASE DE GABINETE

a) Recuperação das coordenadas:

A recuperação das coordenadas cartesianas xyz tomadas anteriormente com o taqueómetro é feita em gabinete, com o auxílio da caderneta de campo ligada ao computador.

b) Orientação das fotografias:

Este trabalho é realizado por um técnico formado na operação do *software* de fotogrametria. Nesta operação, as fotos, após selecção, são dispostas ordenadamente por modelo sobre a mesa digitalizadora. Utilizando o *software* de fotogrametria, são inicialmente sujeitas a uma rectificação das deformações provocadas pela película e pelo próprio papel de revelação. Em seguida, procede-se à orientação do modelo, cujo objectivo é a determinação do ângulo e direcção apresentados pelas fotos, ou seja, o posicionamento da câmara em relação ao objecto, através da introdução das coordenadas xyz de cada ponto e respectivo processamento.

c) Utilizando um rato de 16 teclas munido com uma lupa de 5 vezes de aumento, o operador digitaliza a informação contida nas fotos anteriormente tomadas. O *software*, a funcionar em paralelo com o "Autocad", vai transmitindo para aí toda a informação sob a forma de entidades 3D – ficheiro DWG.

d) Restituição e rectificação em CAD do ficheiro produzido:

Este trabalho é realizado por um técnico com formação em "AutoCAD".

Nesta operação procede-se ao tratamento de toda a informação gráfica transferida, em termos de representação – ligação de entidades, aperfeiçoamento de arcos ou outros elementos arquitectónicos (operação realizada em suporte bidimensional).

Seguidamente realiza-se a impressão em impressora ou *plotter*, à escala desejada, e o seu arquivo em ficheiros.

A Fig. 4 mostra alguns exemplos de levantamentos de fachadas efectuados, utilizando esta técnica.



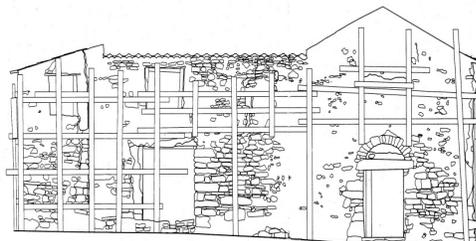
Fig. 1 – Câmara fotográfica de precisão.

Fig. 2 – Estação total.



Fig. 3 – Equipamento de processamento em gabinete.

a)



b)

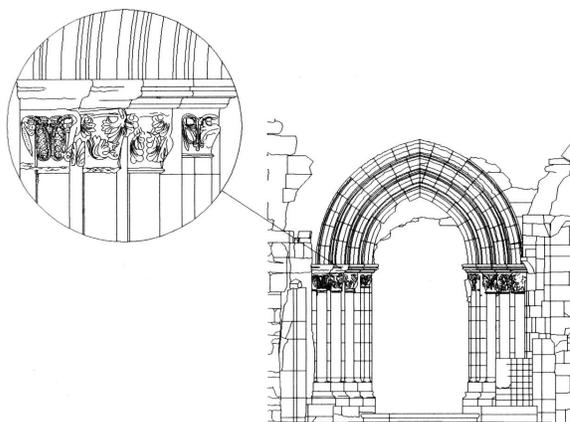


Fig. 4 – Exemplos de levantamentos fotogramétricos:
a) Capela de São João na Nazaré.
b) Mosteiro de Santa Clara-a-Velha em Coimbra.