

---

## PLANEJAMENTO PARA O RECOBRIMENTO FOTOGRAMÉTRICO DA FACHADA PRINCIPAL DA BASÍLICA DE NOSSA SENHORA DO CARMO EM RECIFE – PE, BRASIL

BETÂNIA QUEIROZ DA SILVA

CLAYTON GUERRA MAMEDE

MIRELE VIEGAS SILVA

DR. CARLOS ALBERTO BORBA SCHULER

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Centro de Tecnologia e Geociências - CTG

Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife, PE

{bethqueiroz,mirelevgs}@gmail.com, claytonguerramamede@hotmail.com, abschuler2000@yahoo.com.br

---

**RESUMO** – Este artigo explica os procedimentos de um planejamento para o recobrimento fotogramétrico terrestre, a partir de uma experiência prática na Basílica de Nossa Senhora do Carmo localizada no centro da Capital pernambucana. A fotogrametria terrestre é uma técnica já disseminada na arquitetura e pode muito contribuir para o planejamento da conservação e preservação de bens arquitetônicos, no entanto a obtenção dos dados primários deve ser feita com alguns cuidados para garantir a precisão necessária à cartografia. Com objetivo de levantar os equipamentos necessários e cuidados para o recobrimento fotogramétrico da fachada principal da Igreja os autores propõem algumas recomendações para se ter trabalhos dignos de confiança. No planejamento busca-se obter informações como quantidade de fotografias, quantas faixas, total de fotografias necessárias para evitar trabalhos exaustivos e repetitivos em campo.

**ABSTRACT** – This article explains the procedures for planning a terrestrial photogrammetric coverage, from a practical experience in the Basilica de Nossa Senhora do Carmo located in the center of Pernambuco's capital. The terrestrial photogrammetry is a technique already widespread in the architecture and can contribute very much in the planning of conservation and preservation of architectural assets, however the primary data collection should be done with some care to ensure the accuracy required for mapping. In order to raise the necessary equipment and care for the photogrammetric covering of the main facade of the Church, the authors propose some recommendations to produce a research worthy of trust. On planning, it is necessary to seek obtaining information about the amount of photos, how many tracks, total of photographs to avoid repetitive and exhaustive work in the field.

---

### 1 INTRODUÇÃO

O planejamento é essencial para que tarefas executadas tenham resultados confiáveis. Sendo a fotogrametria a ciência e tecnologia de obter informação confiável, através de imagens adquiridas por sensores (BRITO & COELHO, 2002), é necessário um planejamento preciso para a obtenção desses resultados.

A fotogrametria pode ser classificada quanto à localização do sensor como aérea e terrestre, neste trabalho abordaremos a fotogrametria terrestre, conhecida também como a curta distância, no qual a tomada das fotografias é feita com a câmera em terra e no máximo a 300 metros do objeto.

Os produtos gerados a partir da obtenção das fotografias terrestres são ortofoto, ortofotocarta, modelos geométricos tridimensionais dos objetos e, neste sentido, buscou-se um melhor planejamento para garantir a aquisição das fotografias com a precisão e acurácia que a fotogrametria exige. Estes produtos podem ser usados em diversas áreas como a arquitetura, mecânica, engenharia civil, artes plásticas, indústria automobilística entre outras.

O presente trabalho se constituirá do levantamento de equipamentos e informações necessárias ao planejamento para recobrimento estereoscópico da fachada da Igreja Basílica de Nossa Senhora do Carmo, em Recife (PE), para fins de conservação e preservação do patrimônio histórico religioso com a maior precisão e acurácia que este necessita.

## 2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 2.1 Objeto de estudo

A área de estudo fica situada na Avenida Dantas Barreto, Praça do Carmo, Santo Antônio, Recife, PE (FIGURA 1). Geograficamente está localizada nas coordenadas  $08^{\circ} 03' 57''$  S e  $34^{\circ} 52' 47''$  WGr.

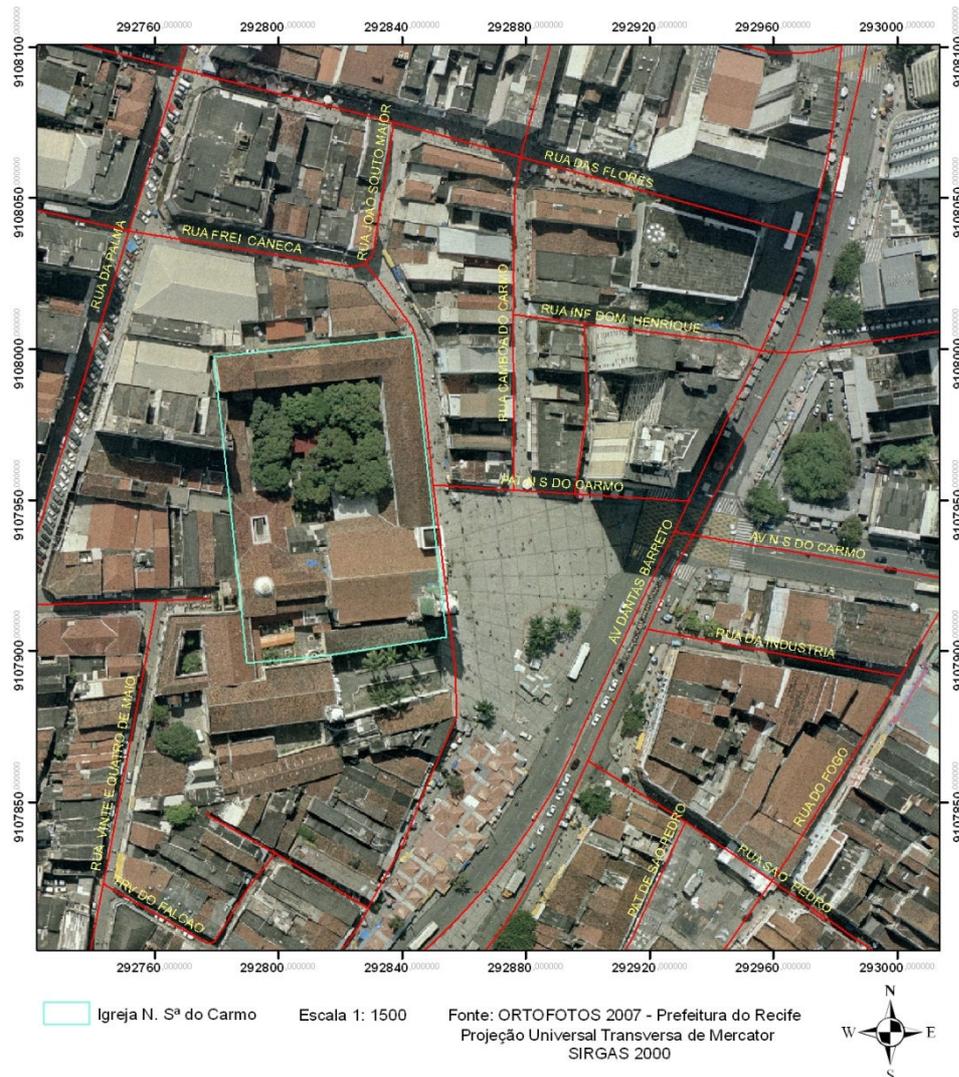


Figura 1 – Localização da Área de Estudo

Posicionada numa região central da capital pernambucana, onde existe grande concentração de comércio, suas cerimônias religiosas são realizadas todos os dias. A fundação da Igreja Basílica de Nossa Senhora do Carmo é datada do ano de 1687, em estilo barroco, com detalhes em ouro em diversos altares. A fachada tem o frontispício rico em detalhes da arquitetura barroca, com uma torre alta na lateral e um cruzeiro em cantaria ao centro, esta fachada retrata uma arquitetura colonial (Figura 2).



Figura 2 – Fachada Principal da Igreja  
Fonte: Betânia Queiroz, 2009

A Basílica foi tombada pelo SPHAN, atualmente IPHAN, juntamente com todo seu acervo em 05 de outubro de 1938 quando foi inscrita nos livros de Belas Artes e Histórico (LIMA *et al*, 2009).

## 2.2 Materiais utilizados

1. Câmera Sony DSC – S 650, distância focal 5,8mm, 7,2 Megapixels;
2. Câmera Samsung es25, distância focal 4,9mm, 12 Megapixels;
3. Trena 50m, manual, Lee tools;
4. Taqueômetro Carl ZeissJena Theo 020B;
5. Tripé;
6. Receptor GPS Edge 705 com monitor de frequência cardíaca Garmin;
7. Caderneta de campo.

## 2.3 Metodologia da pesquisa

Num primeiro momento foi feito um levantamento do material já existente sobre a igreja que pudesse dar subsídio ao trabalho de campo e ter informações como sua localização e possíveis obstáculos para o planejamento do recobrimento. Com uma fotografia pré-existente da fachada foi possível elaborar o croqui (FIGURA 03) para a melhor visualização dos detalhes e medição da igreja.

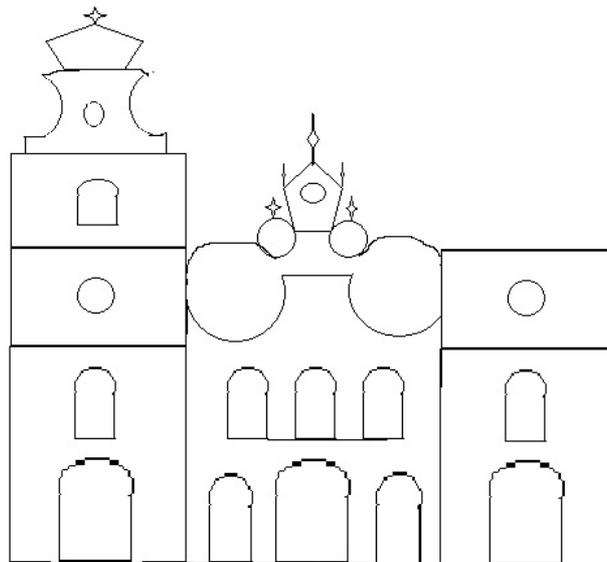


Figura 3 - Croqui da fachada da Igreja Basílica N. Sª do Carmo

A visita a campo foi feita no dia 11 de setembro de 2011, no horário das 7 horas 30 minutos para evitar que a luminosidade interferisse nos resultados. A medição da largura da fachada principal da Igreja foi obtida com uma trena de 50 m, e a altura com o cálculo da tangente do ângulo vertical do ponto mais alto da Igreja adquirido através do taqueômetro e a distância entre o instrumento e a fachada, somada a altura do instrumento.

As fotografias foram tomadas somente para o reconhecimento e planejamento do recobrimento, por isso são fotografias não métricas obtidas com as câmeras Sony DSC-S650, distância focal 5,8 mm e Samsung es25, distância focal 4,9 mm.

A partir dos dados e das fotografias obtidas em campo foi elaborado em gabinete o planejamento para o recobrimento fotogramétrico da fachada.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O planejamento de um recobrimento fotogramétrico terrestre requer alguns cuidados para que os resultados sejam dignos de confiança. Foram analisados inicialmente alguns obstáculos através de fotografias pré-existent para que a visita a campo tivesse os melhores resultados. Neste contexto chegou-se à conclusão que o horário mais indicado para a visita à área de estudo seria pela manhã, pois a mesma tem a fachada principal nascente e o horário mais adequado para evitar problemas de sombra e iluminação seria até às 11 horas; após esse horário os detalhes em alto relevo iriam sombrear a parte rebaixada no caso dos dias ensolarados. O aspecto principal que fez a equipe escolher o horário das 7 horas e 30 minutos para as atividades em campo foi o grande fluxo de veículos e pessoas frequentes na área, quanto mais cedo for o levantamento evitará interferências nas fotografias e nos resultados dos dados. Por este motivo, o dia de domingo seria o mais indicado.

Apesar do melhor dia escolhido, este é dia de missa e observou-se a movimentação natural dos fiéis que participavam do evento religioso a partir das 8 horas e 30 minutos. Também a grande tenda do Festival de Flores que estava instalada em frente à igreja impossibilitou a tomada das fotografias com a menor inclinação e a tomada do ângulo do ponto mais adequado, por isso o taqueômetro precisou ser posicionado com grande proximidade em relação à avenida o que exigiu resignação e tempo tanto na calagem do instrumento e consequentemente na leitura, pois os veículos passavam bem próximos causando trepidação que desnivelava o aparelho. A proximidade com a avenida e o fluxo de veículos, também exigiram uma maior atenção dos técnicos na obtenção das fotografias com maior recuo.

O primeiro procedimento adotado em campo para obtenção dos dados foi à medição da largura da Basílica com a trena obtendo o valor de 29 m.

Em seguida se buscou o melhor posicionamento para o taqueômetro para obtenção da altura da Igreja, a partir de então se mediu com a trena a distância entre o instrumento e a fachada. Feitas essas medições, foi realizado o procedimento de centragem e calagem do instrumento a fim de executar as respectivas leituras dos ângulos a partir da visada ao ponto mais alto do alvo (FIGURA 4), sempre com o cuidado de se conferir o nivelamento. A leitura precisa do equipamento foi importante para a obtenção da altura da Igreja.



Figura 4 – Visada ao alvo (Ponto mais alto da igreja)

Com o taqueômetro realiza-se a medição do ângulo vertical ou ângulo zenital (FIGURA 5); este instrumento permite ler os ângulos horizontais e verticais e através dos mesmos podem-se aplicar as leis do cosseno, do seno e a tabela trigonométrica para calcular distâncias inacessíveis. O instrumento possibilita a leitura de graus e minutos dos ângulos verticais e horizontais e estima-se os segundos; desta forma foi possível o cálculo indireto da altura do alvo a partir de relações trigonométricas.

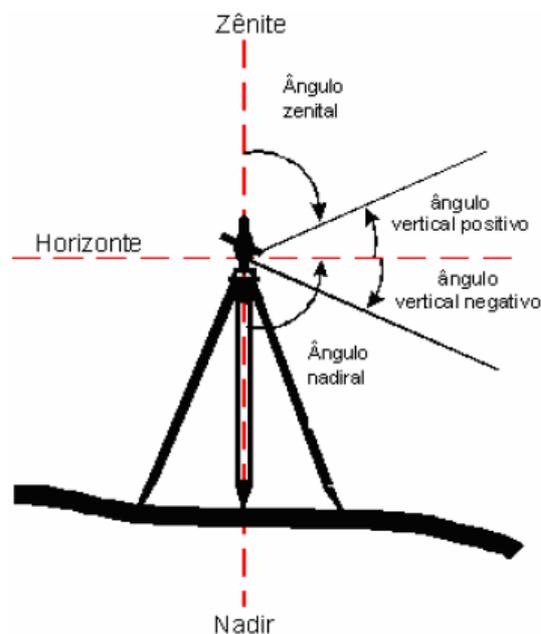


Figura 5 – Esquema de medição do Taqueômetro

Para determinar a altura da igreja, colocou-se o instrumento na posição indicada demonstrada na Figura 6. Com uma trena foi medida a distância entre o centro do instrumento e o prédio, resultando 54,70 m. Mirando o ponto mais alto da igreja verificou-se que o ângulo formado por essa linha visual com a horizontal foi de 56° 25' 30" (para o cálculo da altura este valor foi transformado em graus decimais resultando em 56,424°).

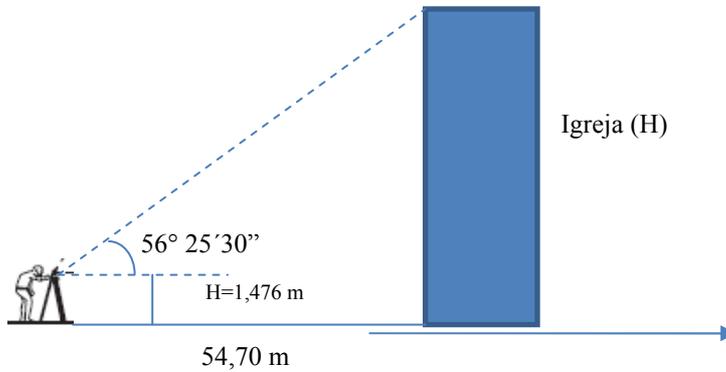


Figura 6 – Esquema de localização do taqueômetro

Após este procedimento foi aplicada a relação trigonométrica e encontrou-se a altura da Igreja como mostra a fórmula a seguir:

$$H = tg\alpha \times (cateto\ adjacente) + h$$

$$H = tg(56,424^\circ) \times 54,70 + 1,476 \Rightarrow H = 68,5\ m \ (1)$$

Vale salientar que a luneta do instrumento está a 1,476 m do plano da superfície, por isso foi adicionado este valor. Concomitantemente com as medições, foram obtidas fotografias não métricas da fachada do monumento e dos obstáculos artificiais (FIGURAS 7 e 8).



Figura 7 – Fachada da Igreja de Nossa Senhora do Carmo



Figura 8 – Obstáculos em frente a Igreja

### 3.1 Planejamento do recobrimento fotogramétrico terrestre

A partir da obtenção de todos os dados foi feito um planejamento de recobrimento fotogramétrico na escala de 1:500 utilizando câmera não métrica que será calibrada em processamento posterior.

1. Câmera: CANON EOS 5D, distância focal: 50 mm, tamanho do CMOS: 2,4 cm x 3,6 cm
2. Recobrimento longitudinal: 60% (+ - 5%)
3. Recobrimento lateral: 25% (+ - 5%)

Sendo os elementos básicos para o recobrimento estereoscópico terrestre de uma determinada área a distância entre a câmera e o objeto fotografado e a distância entre sucessivas exposições, com os parâmetros expostos foi obtida a distância da linha de estações da câmara em relação à fachada como mostra a fórmula seguinte:

$$E = \frac{f}{D} \Rightarrow \frac{1}{500} = \frac{50}{D} \Rightarrow D = 25000 \text{ mm} = 25 \text{ m} \quad (2)$$

Considerando a fotografia vertical o número de fotografias por faixa será um valor x que será acrescentado mais uma fotografia para garantir a estereoscopia da primeira fotografia. O recobrimento longitudinal sendo de 60%, considera-se que a foto tirada com o sensor na vertical recobrirá a área de:

$$2,4 \times 500 = 1200 \text{ cm} = 12 \text{ m} \quad (3)$$

E a cobertura longitudinal efetiva (avanço) será dado pelo seguinte cálculo:

$$12 \times 0,4 = 4,8 \text{ m} \quad (4)$$

Para encontrar a quantidade de fotografias por faixa, divide-se a largura do objeto pelo recobrimento longitudinal, ao resultado foi acrescentado mais uma fotografia para garantir a estereoscopia da primeira fotografia da Igreja.

$$\frac{29}{4,8} = 6,04 (7 + 1 = 8 \text{ fotos por faixa}) \quad (5)$$

E para obter o número de faixas será necessário obter o valor do recobrimento lateral de uma fotografia no terreno; este resultado é multiplicado pela distância no terreno mostrada em cada fotografia que é 75%, para um recobrimento lateral de 25% e finalmente divide a altura do objeto de estudo pelo campo de abrangência lateral.

$$\begin{aligned} 3,6 \times 500 &= 1800 \text{ cm} = 18 \text{ m} \\ 18 \times 0,75 &= 13,5 \text{ m} \\ \frac{68,5}{13,5} &= 5,07 (6 \text{ faixas}) \end{aligned} \quad (6)$$

Para escolher a melhor forma de obtenção das fotografias foi feito o cálculo considerando a maior dimensão da fotografia na horizontal, neste caso o número de fotografias por faixa foi de:

$$\begin{aligned} 3,6 \times 500 &= 1800 \text{ cm} = 18 \text{ m} \\ 18 \times 0,4 &= 7,2 \text{ m} \\ \frac{29}{7,2} &= 4,03 (5 + 1 = 6 \text{ fotos por faixa}) \end{aligned} \quad (7)$$

E o número de faixas foi:

$$\begin{aligned} 2,4 \times 500 &= 1200 \text{ cm} = 12 \text{ m} \\ 12 \times 0,75 &= 9 \text{ m} \\ \frac{68,5}{9} &= 7,6 (8 \text{ faixas}) \end{aligned} \quad (8)$$

Observando os resultados com a maior dimensão das fotografias na horizontal ou vertical obteve-se 48 fotografias, mas o ideal é fazer as fotografias com sua maior dimensão na vertical, pois o número de faixa foi menor evitando o fotógrafo ter que subir mais dois patamares para fazer mais duas faixas como no caso da obtenção de fotografias horizontais. Neste caso o número total de fotos é um cálculo simples mostrado a seguir:

nº total de fotos = número de faixas x número de fotos por faixa

nº total de fotos = 6 x 8 = 48 fotos

O número total de estações da câmera é de 48 com a distância entre elas de 4 metros e 80 centímetros.

A fotobase é a distância entre dois centros fiduciais medida na fotografia; para este cálculo foi utilizado o recobrimento longitudinal dividido pelo fator da escala.

$$\frac{4,8}{500} = 0,0096 m = 0,96 cm \quad (9)$$

### 3.2 Proposta para localização de pontos de controle

Segundo Andrade (1998) a finalidade primordial dos pontos de controle é a materialização do referencial com que se deseja trabalhar.

Os pontos de controle devem ser colocados em locais fotoidentificáveis nas fotografias adjacentes, para evitar maiores distorções nas correções geométricas. No caso do recobrimento com 48 fotografias de uma área de 29 X 68,5 m serão necessários 14 pontos de controle por faixa, sendo todo mosaico amarrado entre si. Pois as fotos do interior do mosaico devem estar amarradas por quatro pontos e as das extremidades devem ter pontos de controle apenas para atrelar o modelo estereoscópico. Portanto, em 6 faixas de 8 fotografias cada, necessita-se de 49 pontos de controle distribuídos como mostra a Figura 9.



Figura 9: Distribuição dos pontos de controle na Fachada

## 4 CONCLUSÕES

A fotogrametria terrestre tem sido muito eficaz na conservação de obras de arquitetura e preservação de monumentos históricos, como a Igreja Basílica de Nossa Senhora do Carmo. No levantamento de dados para realização do trabalho foi observado que o planejamento é primordial para projetos com resultados precisos, pois mesmo tendo feito um pré-estudo da área a equipe não tinha a informação que estava acontecendo uma feira de flores o que comprometeu na aquisição das fotografias.

É importante também isolar a área para evitar que pedestres e veículos comprometam a aquisição dos dados em campo.

O ideal é obter as fotografias em dias nublados para evitar sombras, reflexos, ou qualquer problema de iluminação.

Foi observado que cada fotografia tem uma área de 8,64 cm<sup>2</sup> e portanto, na fachada, terá 43,2 m<sup>2</sup>. Sabe-se que o recobrimento total será de 2.073,6 m<sup>2</sup>, concluindo-se, então que garantirá a visão estereoscópica de toda fachada principal da Basílica já que a mesma tem 1.986,5 m<sup>2</sup> de área.

Os pontos de controle nem sempre podem ser inseridos no local planejado em gabinete como nos locais mais altos, por isso requer uma sensibilidade do Cartógrafo para solução dos problemas em campo.

Alguns cuidados para que se obtenha resultados dignos, como a análise prévia de alguns obstáculos através de fotografias pré-existent, podem ser decisivos na qualidade do produto, sendo, por fim, o cuidado nesses pequenos detalhes primordiais para um trabalho de qualidade com a fotogrametria terrestre.

#### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao professor Marcelo Nero (DECart) por disponibilizar o taqueômetro e a trena do Laboratório de Topografia da UFPE, que viabilizaram este experimento. Agradecem também a Prefeitura do Recife por disponibilizar a ortofoto para a localização a Basílica.

#### **REFERÊNCIAS**

ANDRADE, J. B. de. **Fotogrametria**. Curitiba: SBEE, 1998. 258p.

BRITO, J. N.; COELHO, L. **Fotogrametria Digital**. Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia, 2002.

LIMA, H. B.; MELHEM, M. M.; POPE, Z. C. **Bens Móveis e Imóveis Inscritos nos Livros do Tombo do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional**. 5. ed. ver. atualiz. Rio de Janeiro: IPHAN/COPEDOC, 2009.