

Fotogrametria aplicada à análise de homologia harmônica de frontispícios de templo com valor histórico e artístico

Betânia Queiroz da Silva¹
Carlos Alberto Borba Schuler²

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE / PPGCGTG
Av. Prof. Moraes rego, 1235 – Cidade Universitária, Recife – PE – Brasil.
CEP: 50670-901

¹ bethqueiroz@gmail.com; ² cschuler@ufpe.br

Abstract. The observation of symmetry in facades and analysis of homologies are realized via geometric figures seen in photographs in architectural projects in different parts of the world. The harmonic homology is an intrinsic aspect of architecture, whether symmetrical or not. Being the Photogrammetry is a science, technology and art of collecting reliable information from stereo models, with a view to its dimensional representation (2D or 3D) and determine the shape, size and position of objects in space applied. In this paper, in order to identify the symmetry of this technique was used by rectification of photographs, so that the linear measurements of the facade of the church was obtained, allowing the collection of data for analyzing the harmonic characteristics of the equilibrium found in the architecture of the façade of the Church Nossa Senhora dos Prazeres on Jaboatão Guararapes, PE, Brazil. In summary, the Terrestrial Photogrammetry led to data with metric precision, thereby allowing an analysis of the homology of facades with the certainty of the position of points and lines analyzed because it reached the precision class of rapid surveys of ICOMOS. The technique was presented to professionals in the field of architecture can be a tool to facilitate and / or expedite the planning work.

Palavras-chave: digital terrestrial photogrammetry, rectification of photographs, homology analysis, fotogrametria terrestre digital, retificação de fotografias, análise de homologia.

1. Introdução

As propriedades geométricas de fotografias começaram a ser empregadas em levantamentos arquitetônicos aproximadamente em 1840. As primeiras experiências baseadas na perspectiva fotográfica foram realizadas dez anos mais tarde, sendo o primeiro levantamento desenvolvido por Albrecht Meydenbauer, no ano de 1867 (Albertz, 2001).

Por volta de 1849, o engenheiro militar francês Aimé Laussedat desenvolveu a técnica de levantamento, conhecida por Fotogrametria; esta pode ser definida como uma técnica de extrair, das fotografias, as formas, as dimensões e as posições dos objetos nelas contidos. A Fotogrametria experimentou diversas fases, ao longo do tempo. Segundo Andrade (1998), diversos trabalhos foram publicados entre 1899 e 1932, por Sebastian Finsterwalder, que fundamentaram a Fotogrametria Analítica, versando sobre orientação relativa e absoluta de pares de fotografias. No entanto, somente na segunda metade do século XX, foram desenvolvidos modelos matemáticos que são usados pela Fotogrametria até a atualidade. Isso exigia um grande esforço computacional e as máquinas com capacidade de processamento dos dados não estavam disponíveis até o ano de 1959.

O avanço das tecnologias permitiu que novas características fossem incorporadas à Fotogrametria. Nos anos 80 do século passado surgiu a Fotogrametria Digital, mas esta preservou a essência da Fotogrametria Analítica.

A observação da simetria em fachadas é feita em todo mundo e as análises são realizadas através das figuras geométricas observadas em fotografias, ou *in loco*, e não se atêm à precisão métrica desses objetos vistos nas fotografias. Costa (2001) fez uma análise enquadrando a simetria como situação particular da homologia harmônica em fachadas arquitetônica de templos construídos antes do século XX, em Olinda, Pernambuco, a partir de fotografias.

Com o intuito de identificar a simetria utilizou-se, neste artigo, a técnica de fotogrametria, por meio da retificação de fotografias, para que sejam obtidas as medidas lineares da fachada

da igreja, permitindo a obtenção de dados para análise das características harmônicas de equilíbrio encontradas na arquitetura do frontispício da Igreja de Nossa Senhora dos Prazeres, em Jaboatão dos Guararapes (PE).

2. Metodologia

2.1 Localização

A área é situada no Monte Guararapes, ponto turístico do município de Jaboatão dos Guararapes, PE e localizada nas coordenadas 287156mE e 9098362mN, Zona UTM 25S (Figura 1). A capela construída em 1656, após passar por duas ampliações foi tombada em 1938 e convertida como monumento nacional em 1948.

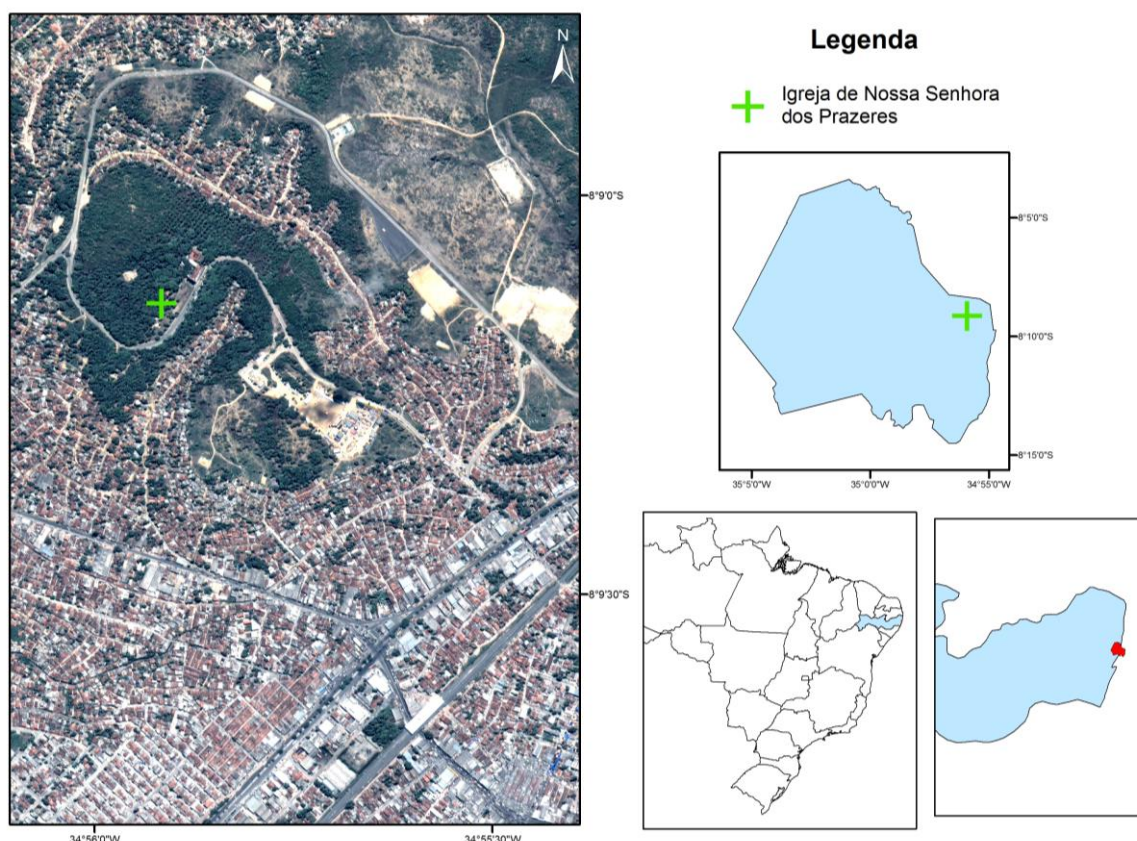


Figura 1: Localização da área de estudo

2.2 Métodos

No planejamento do levantamento fotogramétrico a largura da fachada foi obtida com a trena de fibra de vidro e conferida com o cálculo de distância horizontal medido com a estação total, obtendo-se 18m; a altura foi resultado da medição indireta executada com a estação total, resultando em aproximadamente 25m. A partir dos dados foi realizado o planejamento para o recobrimento das fotografias terrestres com a distância fachada-tomada de 20m.

Com o intuito de realizar a calibração da câmara pelo método de câmara convergente foram obtidas 12 (doze) fotografias com três tomadas em cada posição em torno do *grid*. O PhotoModeler Scanner utiliza entre seis e doze fotografias, obtidas de diferentes ângulos, neste caso com 0°, +90°, -90° graus de inclinação das tomadas em cada posição.

No programa *PhotoModeler Scanner* foram gerados os alvos que fossem distribuídos na fachada de forma que fossem identificados no mínimo em três fotografias.

Como a Igreja de Nossa Senhora dos Prazeres está localizada em local elevado -o Monte Guararapes-, e não têm obstáculos artificiais ou naturais que prejudiquem a tomada das fotografias no planejamento foi observado o melhor horário para o levantamento, o único fator levado em considerado foi o tempo: pois o dia escolhido, 14 de setembro de 2012, estava nublado, possibilitando obter as fotografias sem sombras.

2.2.1 Retificação de fotografias

Utilizando-se o *software PhotoModeler Scanner*, versão 6, foram processadas as fotografias para representação métrica da fachada da igreja estabelecida como unidade experimental para o desenvolvimento deste trabalho.

Este procedimento foi dividido em diversas etapas:

- a) Abertura de um novo projeto no programa computacional *PhotoModeler Scanner* e inserção dos dados de calibração da câmara;
- b) Inserção, no programa, das fotografias com os alvos convergentes em, no mínimo, três fotografias;
- c) Orientação interior: consiste apenas em colocar imagem por imagem em posição semelhante à que exerciam dentro da câmara, no momento em que foram obtidas;
- d) Orientação relativa: a marcação e referenciamento de uma fotografia em relação à outra;
- e) Orientação absoluta: definir a escala e relacionar cada objeto na fotografia com a coordenada na fachada;

Após este procedimento a ortofoto pode ser gerada para análise da homologia harmônica.

2.2.2 Verificação da homologia

A análise das características harmônicas e das particularidades que estão inseridas na arquitetura foi obtida através da ortofoto da fachada. Este procedimento indicou se havia simetria central, simetria axial ortogonal, simetria axial oblíqua ou simplesmente homologias genéricas.

Na homologia, a relação é entre elementos da mesma espécie (a um ponto corresponde um ponto, a uma reta uma reta). Conforme Siqueira, Costa e Souza (2009), o primeiro passo para a construção de um sistema homológico consiste na determinação de um plano de projeções α , como ratifica o autor na Figura 2. Cada ponto tem coordenadas relativas aos eixos em perspectiva, as quais são usadas para a visualização dos elementos do plano α_1 , de acordo com a Figura 3.

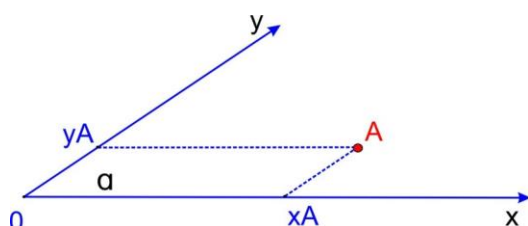


Figura 2: Determinação de um plano dos planos de projeções

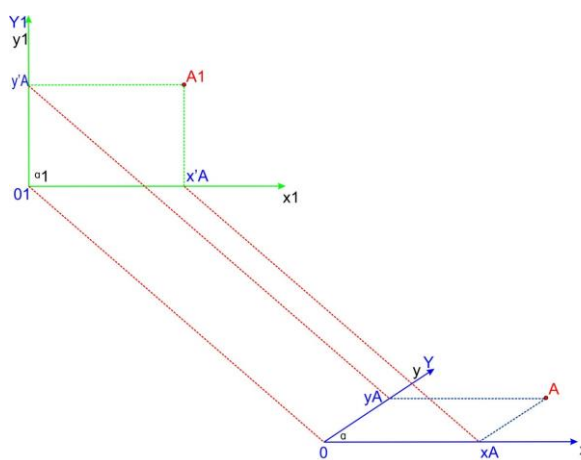


Figura 3: Representação dos elementos de um plano de projeção α em verdadeira grandeza no plano α_1

A simetria axial é um caso particular da homologia afim: os pontos homólogos são simétricos em relação ao eixo, obliquamente ou ortogonalmente, Figura 4.

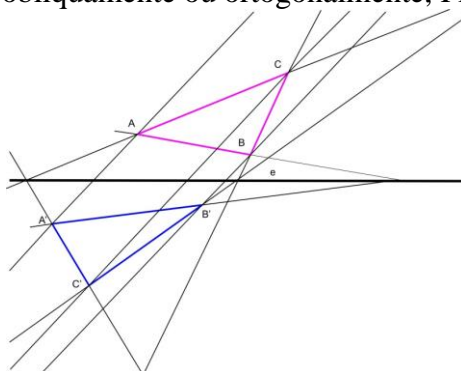


Figura 4: Representação da Simetria Axial

A partir da geração da ortofoto foi utilizado o mesmo procedimento empregado por Costa (2001) ao fazer uma análise a partir de fotografias enquadrando a simetria como situação particular da homologia harmônica em fachadas arquitetônicas de templos construídos antes do século XX, em Olinda, Pernambuco. Nessa pesquisa foi verificado que, além das portas e janelas retangulares, a homotetia harmônica só foi observada na porção central da fachada da Igreja de São Francisco. A simetria central é homologia harmônica de eixo impróprio, ou seja, homotetia harmônica.

3. Resultados e Discussão

No intuito de distribuir alvos por toda a fachada e garantir dados mais precisos, optou-se por criar 161 alvos, dos quais 113 foram distribuídos na fachada (Figura 5 e 6), de forma a serem observados em, no mínimo, três fotografias.

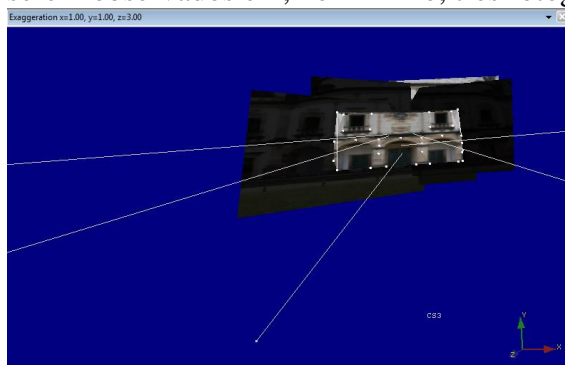


Figura 5: Posição de tomada das fotografias centro da fachada

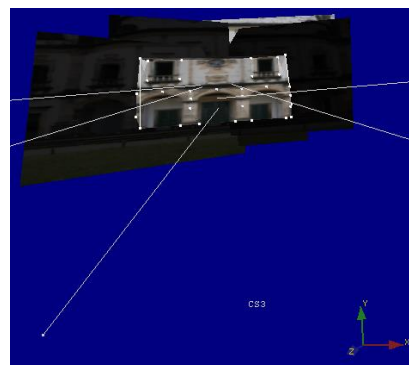


Figura 6: Posição de tomada das fotografias – lado direito

No processamento de orientação exterior (relativa e absoluta) foram utilizadas 19 (dezenove) fotografias. O *hardware* utilizado, no entanto, não processou as informações e, por isso, foi decidido o processamento por partes. A fim de aperfeiçoar o processamento dos dados, a parte inferior da fachada foi retificada em três momentos, dividida em partes: direita, central (Figura 7) e esquerda.

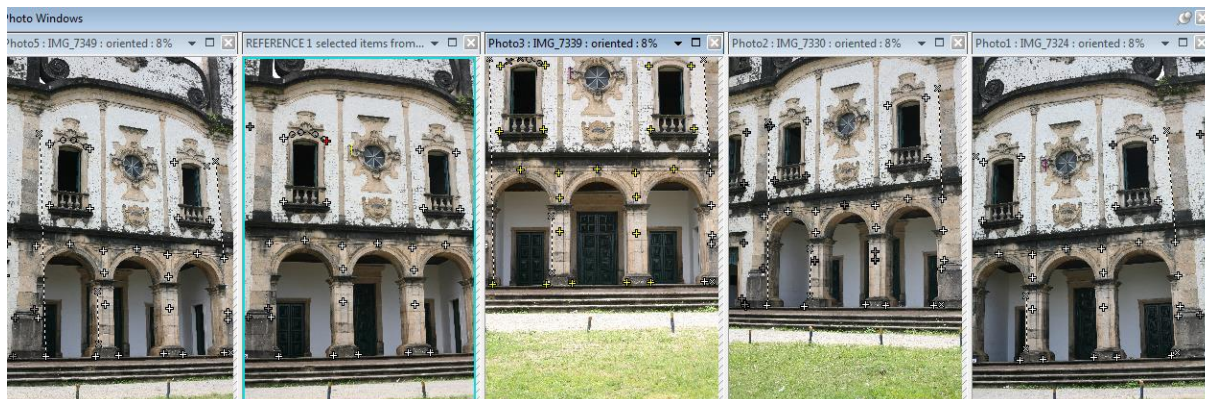


Figura 7: Processamento dos dados no Photomodeler – Orientação relativa – Parte central Inferior da Fachada

A escala foi determinada em cada projeto com a seleção de dois pontos e inserida a distância entre eles, obtida em campo com a estação total.

Os resultados foram partes de fotografias retificadas e das quais podem ser extraídas medidas horizontais e verticais para a validação e posterior análise da simetria dos dados. A figura 8 retrata o mosaico das fotografias retificadas.

FOTOGRAFIA RETIFICADA DA IGREJA NOSSA SENHORA DOS PRAZERES



Figura 8: Fotografia retificada da Fachada

A homologia harmônica é um aspecto intrínseco na arquitetura, seja ela simétrica ou não. No caso da Igreja dos Prazeres existe uma simetria bilateral perfeita, em que uma metade da fachada é espelho da outra no eixo zenital (vertical), o que se pode confirmar ao fazer um traço no centro do mosaico (Figura 9) e medir até as duas extremidades: obteve-se 9,01m à esquerda e 9,07m à direita.

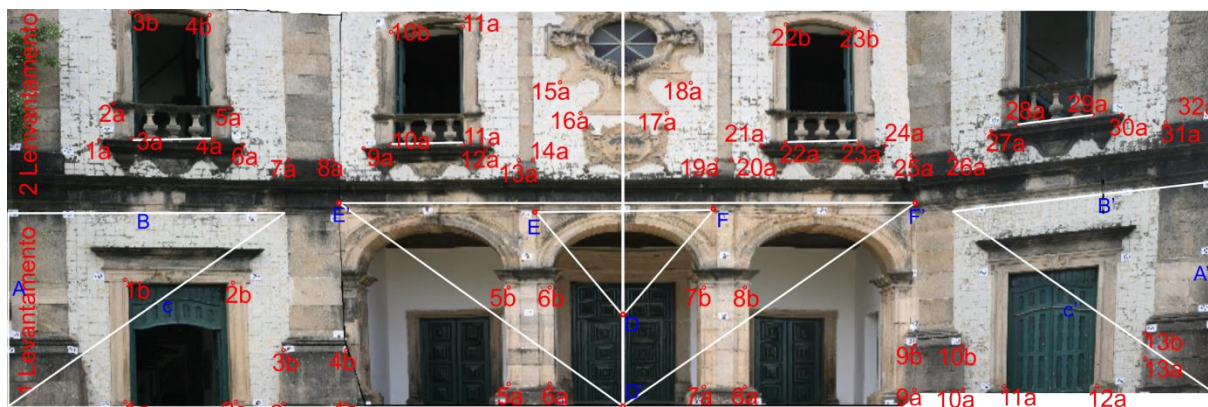


Figura 9: Verificação da Homologia da Igreja de Nossa Senhora dos Prazeres

Outro fator importante refere-se ao comprimento das janelas simétricas entre si, nos pontos 3a – 4a, 10a – 11a, 22a – 23a e 28a – 29a do segundo levantamento; as medidas horizontais da base das 4 janelas corresponderam a 1,15m de comprimento, ratificando a homologia perfeita.

As bases das duas torres rebatem uma a outra simetricamente nas colunas, portas, janelas e nos detalhes arquitetônicos, demonstrando uma homologia perfeita na representação dos triângulos ABC e A'B'C'.

Os arcos também retratam a simetria bilateral, onde um lado espelha o outro, pois têm largura de 2,26, 2,25 e 2,26m respectivamente, e todos os detalhes construtivos têm uma homologia harmônica. Os triângulos DEF e D'E'F' demonstram a simetria no conjunto dos arcos.

4. Conclusões

A Fotogrametria Terrestre conduziu a dados com alto grau de precisão métrica, permitindo, dessa forma, uma análise da homologia dos frontispícios com a certeza da posição dos pontos e linhas analisados, pois atingiu-se a precisão da classe de levantamentos rápidos do ICOMOS.

A simetria bilateral, que é a forma mais comum de simetria na arquitetura, foi demonstrada na construção do frontispício da Igreja de Nossa Senhora dos Prazeres, nos quais as metades de uma composição são espelhos umas das outras.

Nos estudos de Costa (2003), a Igreja de Nossa Senhora dos Prazeres foi considerada o melhor exemplo de harmonia na arquitetura em todo o Grande Recife. Esta afirmativa foi ratificada ao obter as medidas entre alguns pontos na ortofoto da fachada, em que as janelas e arcos têm uma simetria bilateral perfeita.

A verificação da homologia fornece subsídios para planejar, restaurar e reconstruir patrimônios culturais sem perder sua identidade geométrica, mesmo se tiver apenas parte da construção, já que uma parte rebate a outra.

A Fotogrametria Terrestre foi apresentada para que os profissionais da área de arquitetura possam ter uma técnica que facilite e/ou agilize os trabalhos de planejamento.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem ao REUNI (Reestruturação e expansão das Universidades Federais) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro na forma de bolsa de estudos que viabilizou esta pesquisa e ao DECart/UFPE pelo apoio disponibilizando os equipamentos nas atividades de campo durante a elaboração desta dissertação de mestrado.

6. Referências

ALBERTZ, J. A. M. Pioneer of Photogrammetric documentation of the cultural heritage. In: International Symposium CIPA, 18., 2001. Berlin. **Proceedings**... Berlin, 2001.

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

SIQUEIRA, P. H.; COSTA, D. M. B.; SOUZA, L. V. Visualização dos conceitos de Homologia Plana com a utilização de Geometria Dinâmica, 2009. Disponível em:
http://ufpr.academia.edu/PauloSiqueira/Papers/415384/Visualizacao_dos_conceitos_de_Homologia_Plana_com_a_utilizacao_de_Geometria_Dinamica <Acesso em: 27 fev. 2012>

COSTA, A. P. de A. V. Harmonia nas fachadas das igrejas. In: Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, 15; International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, IV, 2001, São Paulo, **Anais**... São Paulo: GRAPHICA, 2001.

COSTA, A. P. de A. V. Harmonia na fachada dos templos do grande Recife. In: Simpósio Nacional de geometria Descritiva e Desenho Técnico, 16; International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, V, 2003, Santa Cruz do Sul, **Anais**... Santa Cruz do Sul: GRAPHICA, 2003.