

PRIMEIROS RESULTADOS PARA A RESTAURAÇÃO DO CASTELO DA TORRE DE GARCIA D'AVILA

Camillo José Martins Gomes - Eng^o Cart. Prof. IME/UERJ
Christovão Dias de Avila Feres Junior - Eng^o Fortif. e
Constr. - C. Pesq. CASTELO DA TORRE

Herbert Erwes - Eng^o Cart. Prof. IME/USP
Luiz Eduardo Pereira Alves - ST Topo IME

Instituto Militar de Engenharia - IME, DE/6
Praça General Tibúrcio, 80, Praia Vermelha
22280-200, Rio de Janeiro - RJ

RESUMO

Em cumprimento ao que foi recomendado pelo ICOMOS (Conselho Internacional de Monumentos e Sítios), de acordo com a resolução número 2 de 15 de outubro de 1987 da CIPA (Comitê Internacional de Fotogrametria Arquitetônica), este trabalho pretende mostrar uma experiência brasileira no cadastramento de monumentos históricos, usando a técnica de fotogrametria terrestre. Foi escolhido um dos mais importantes monumentos do patrimônio brasileiro, construído em meados do século XVI (1551), o CASTELO DA TORRE DE GARCIA D'AVILA, situado a aproximadamente 80 km ao norte de Salvador - Bahia. Neste estágio do trabalho foi obtida a restituição fotogramétrica e ortofotos coloridas digitais de duas fachadas. O objetivo final é apoiar a preservação das majestosas ruínas deste monumento histórico que foi a primeira torre de defesa do território brasileiro, considerada a primeira grande edificação portuguesa construída no Brasil.

ABSTRACT

In attention that was recommended by ICOMOS (International Council of Monuments and Sites), according with the resolution number 2 of 10/15/1987 from CIPA (International Committee for Architectural Photogrammetry), this article intends to show the brasilian experience in conservation of historical monuments, using the terrestrial photogrammetry technique. It was choosen one of the most important historical monuments, wich was built in Brasil in midle of XVI century (1551), the TOWER CASTLE OF GARCIA D'AVILA, situated aproximately 80 kilometers from north Salvador - Bahia. In this stage of the work it was obtained the photogrammetric restitution and color digital ortophotos of two facades. The final objective is to preserve the ruins of this monument that was the first defense tower of the brasilian territory, considered the first large portuguese construction built in Brasil.

1. INTRODUÇÃO

Um convênio de apoio técnico, assinado entre o Ministério do Exército, tendo como Organização Militar Executora (OME) o Instituto Militar de Engenharia - IME e a Fundação Garcia D'Avila, com a interveniência do Instituto Brasileiro do Patrimônio Cultural - IBPC (hoje IPHAN) e do Centro Cultural e de Pesquisas do Castelo da Torre, está iniciando os projetos de restauração da Casa da Torre, através

da aplicação da Fotogrametria Terrestre do sítio histórico e arqueológico, o que será também uma contribuição cartográfica para a criação do "Arquivo Fotogramétrico de Monumentos Históricos do Brasil". O Castelo da Torre de Garcia D'Avila, localizado no Brasil, em Praia do Forte, litoral norte da Bahia, terá suas majestosas ruínas consolidadas, sua capela sextavada literalmente restaurada e abrigará um moderno museu histórico e atividades culturais.

Construído em 1551 é considerado a primeira grande edificação portuguesa no Brasil, sendo um dos mais importantes monumentos do Patrimônio Cultural Brasileiro, que foi a sede do maior latifúndio do mundo, constituído de 129 fazendas, com uma área de 800 mil quilômetros quadrados, 1/10 do território brasileiro.

O Castelo da Torre, único castelo em estilo feudal existente nas Américas, e o Forte Garcia D'Avila são importantes marcos testemunhos da tradição e história brasileira. Participaram nas lutas de defesa da terra contra piratas e invasores estrangeiros, da história da ocupação e da colonização do Nordeste, por mais de três séculos, como também foram importante ponto de apoio nas lutas pela Independência do Brasil.

Atualmente, uma megaestrutura de turismo cultural e ecológico, que está sendo implantada na "Costa dos Coqueiros", entre Praia do Forte e Porto Sauípe, veio viabilizar a implantação do Projeto Castelo da Torre como um todo, transformando a região num verdadeiro parque histórico, ecológico, cultural e de lazer.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 - Primeira fase

A primeira fase deste projeto foi apresentada no XVI Congresso Brasileiro de Cartografia realizado no Rio de Janeiro em outubro de 1993 e constou de:

- Estabelecimento e implantação de 8 (oito) bases no terreno, a colocação de 37 (trinta e sete) alvos onde foi aplicado o método da interseção para definição espacial dos pontos de controle e a materialização de uma poligonal em torno da edificação.

- Implantação de 8 (oito) marcos de concreto de forma piramidal, tendo na sua parte superior uma chapa de bronze com a inscrição: M.EX-IME-C. CART-POL.

- Tomada de 128 (cento e vinte oito) fotografias das 10 (dez) fachadas, com a câmara P-32 Wild.

- Elaboração, na empresa PROSPEC, de uma Ortofoto, com a utilização do "software" SORA e do equipamento OR-1 Wild.

2.2 - Segunda fase

Esta segunda fase do projeto constou de:

- Reconstrução de 4 (quatro) vértices dos marcos de concreto lançados na primeira fase.

- Implantação de 6 (seis) bases materializadas por piquetes de madeira, com pontos de pregos.

- Colocação de 33 (trinta e três) alvos para definição espacial dos pontos de controle.

- Nivelamento e contra nivelamento da poligonal.

- Medição planimétrica da poligonal implantada.

- Tomada de fotografias da fachada principal e lateral esquerda usando filmes especiais e a uma menor distância do objeto a fim de se obter melhor nitidez dos detalhes nos negativos utilizados na restituição e confecção das ortofotos coloridas.

- Elaboração da restituição de duas fachadas e ortofotos digitais coloridas, na empresa ESTEIO Engenharia e Aerolevamentos S.A. com sede na cidade de Curitiba - PR.

3. EQUIPAMENTOS DE CAMPO

Para a realização dos trabalhos topográficos foram utilizados os seguintes equipamentos:

- 1 (uma) Câmara Wild P-32 com respectivos acessórios

- 1 (um) Nível NA-2

- 1 (um) Teodolito Wild T-2

- 1 (uma) "Total Station" Wild TC-1600

- Material topográfico diverso (trenas, miras, cadernetas de campo, guarda sol, tripés, balizas, etc...)

4. MATERIAL FOTOGRÁFICO

Foram utilizados 3 (três) tipos de filmes, a saber:

4.1 - Filmes coloridos

- Kodak EKTAR 25, sensibilidade ISO 25, formato 135, filme negativo em cores, balanceado para luz do dia. Apresenta nitidez e poder de resolução extremamente altos, permitindo grau de ampliação muito grande, graças aos grãos tabulares na emulsão. É perfeito para fotos de edificações, que requeiram reprodução de detalhes finos tais como fotos científicas.

- Kodak VERICOLOR HC, sensibilidade ISO 100, formato 126, filme negativo em cores para fotografias iluminadas com a luz do dia ou com "flash" eletrônico, para exposições curtas, entre 1/125 a 1/100 de segundo. Este filme tem granulacão extremamente fina, alta definição e saturação de cores. Possui ainda um contraste mais elevado, o que possibilita a obtenção de imagens mais nítidas com detalhes nas altas luzes e sombras, característica ideal para o estudo de obras arquitetônicas.

4.2 - Filme preto e branco

- Kodak TMAX 100 - Profissional, sensibilidade ISO 100, formato 126,, filme pancromático de grão finíssimo, de definição extremamente alta, com altíssimo poder de resolução. Este filme

incorpora a tecnologia dos grãos tabulares, que permite um melhor aproveitamento da luz. Isto o torna especialmente indicado para aplicações científicas e também nos casos em que tenhamos edificações com muitos detalhes e que seja necessário grandes ampliações, oferecendo maior tolerância aos erros de exposição.

4.3 - Segurança

Para fins de segurança combinou-se o tempo de exposição de valores compreendidos entre 1/30 s, 1/60 s e 1/125 s, com aberturas de diafragma entre f/8, f/11, f/16 e f/22, tendo sido tomadas 52 (cinquenta e duas) fotografias coloridas e 12 (doze) em preto e branco, das fachadas principal e lateral

5. APOIO DE CAMPO E PRECISÕES

5.1 - Resultados obtidos

Após a rematerialização dos 4 (quatro) marcos destruídos, estabeleceu-se uma poligonal de contorno da edificação, com um comprimento total de 227,95 metros, medida com o equipamento eletrônico Wild TC-1600. Foram feitas duas séries de observações a CE (círculo a esquerda) e CD (círculo a direita) e obtidos os seguintes resultados:

POLIGONAL DE CONTO RNO		
	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	RESULTADOS
TOLERÂNCIA ANGULAR	$T = 20'' \sqrt{n}$	48,9''
FECHAMENTO ANGULAR	$n = 6$	9,2''
TOLERÂNCIA LINEAR	$T = 0,1 \sqrt{L}$	4,7 cm
FECHAMENTO LINEAR	$E = \sqrt{fx^2 + fy^2}$	1,0 mm

Os valores das especificações técnicas relativas às precisões estão contidas no Boletim de Serviço 1602 - Resolução da Presidência da República (PR) nº 22 de 21.JUL.83 da FIBGE (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Temos então no nosso caso: n o número de vértices igual a 6 (seis), sendo f_x o fechamento no eixo dos x e f_y o fechamento no eixo dos y . O valor de L representa na fórmula acima o comprimento total da poligonal.

A altimetria da poligonal principal foi executada por nivelamento geométrico, tendo sido também realizado o contranivelamento.

5.2 - Bases topográficas

Com a poligonal implantada e medida passou-se à fase de determinação das bases fotográficas, que foram obtidas por irradiação duplo. No terreno estabeleceu-se 6 (seis) bases, sendo 4 (quatro) na fachada principal e 2 (duas) na fachada lateral.

5.3 - Pontos de apoio

A partir destas bases foram determinadas as coordenadas dos pontos de apoio fotogramétrico, materializados por alvos previamente colocados em pontos escolhidos nas fachadas ou em pontos existentes na construção. Todos os pontos foram obtidos pelo processo de interseção a vante com duas séries de observações (CE e CD), num total de 38 (trinta e oito) pontos de apoio. Obteve-se as alturas dos referidos alvos por nivelamento trigonométrico.

Para se ter um controle azimutal da edificação foi realizado um azimute pelo sol, com orientação para o Farol Garcia D'Avila, pertencente ao Ministério da Marinha, que possui coordenadas conhecidas.

Todos os dados foram armazenados em cadernetas de campo e disquetes de computador para possíveis utilizações posteriores. (cálculos, conferências, etc...)

6. TRABALHOS DE ESCRITÓRIO

6.1 - Restituição Fotogramétrica

Os trabalhos de restituição foram elaborados no aparelho aerotriangulador - restituidor analítico de 1ª ordem PLANICOMP C-120. A restituição foi executada na forma mais completa possível, com todos os detalhes visíveis e passíveis de representação na escala de 1:50. Em relação ao apoio de campo não existiu discrepâncias, havendo até superabundância de pontos e as precisões foram excelentes. Com relação à fachada principal os resíduos finais da orientação absoluta apresentaram em média os resultados $x = 5 \mu$; $y = 6 \mu$ e $z = 8 \mu$ e na fachada lateral foram de $x = 8 \mu$; $y = 14 \mu$ e $z = 20 \mu$ perfeitamente compatíveis com a escala final do trabalho. Os tempos de execução das duas fachadas foram de 85 (oitenta e cinco) horas de restituição e 18 (dezoito) horas de edição. Ainda na fachada principal para não se usar as extremidades do modelo utilizou-se um terceiro, com fotos tiradas de outra base no terreno.

A parte de edição foi executado em "software" específico CAD TEMAP da empresa ESTEIO Engenharia e Aerolevantamentos S.A.

O produto final está sendo apresentado em arquivo magnético . DXF. Estabeleceu-se um quadro de convenções tais como: buraco, pedra, reboco, fissuras, etc.

Foi elaborada uma moldura no "software" AUTOCAD para lançamentos das organizações envolvidas, dados de projeto, convenções etc.... Com os negativos coloridos apresentados, houve uma maior dificuldade de restituição do que com os em preto e branco referentes aos detalhes em geral. A moldura citada visa permitir a apresentação final do trabalho que será apresentado no "stand" do IME, no XVII Congresso Brasileiro de Cartografia.

6.2 - Ortofoto Digital

Os seguintes dados de projeto foram utilizados na confecção das ortofotos digitais da fachada principal e lateral:

- Câmara Wild: P-32
- Distância focal calibrada: 63,95mm
- Distância objeto: 19 m
- Comprimento das bases: 3 m
- Escala da foto: 1:300
- Escala da ortofoto: 1:50
- Recobrimento longitudinal: 87%

As ortofotos foram produzidas na Estação Fotogramétrica Digital Leica - Helava - DPW 770 pertencente à empresa ESTEIO Engenharia e Aerolevantamentos S.A. com sede na cidade de Curitiba - PR.

Vários foram os aspectos técnicos ocorridos para suas elaborações a saber: o módulo lógico aplicado foi o SO CET SET que realiza as orientações dos modelos, modelação automática do terreno, mosaicagem de fotos (automática e manual), retificação das fotografias, coleção de dados vetoriais e outros. Inicialmente os negativos coloridos foram escanerizados, utilizando-se a estação DSW 100 (Leica - Helava) com 2000 dpi que corresponde a um "pixel" de 13 micra. Cada negativo gerou um arquivo magnético em positivo de aproximadamente 100 "megabytes", utilizou-se esta resolução visando uma possível restituição na própria estação. A nível de execução cumpria decidir que tipo de DTM seria utilizado no PLANICOMP C-120.

Devido às grandes diferenças de profundidade (z) dos detalhes, optou-se por utilizar o DTM a partir de linhas estruturais restituídas, as quais foram interpoladas formando um "grid" regular de 50 em 50 centímetros. A correção é feita automaticamente via "software", utilizando-se os pontos de apoio de campo e o DTM. Não houve discrepâncias quanto a este aspecto. Face a algumas distorções da imagem houve necessidade de se editar parte do DTM e comparar com a restituição elaborada. O tempo de execução, considerando os testes havidos e o pioneirismo do trabalho foi de

aproximadamente 50 horas. Em função das grandes diferenças de profundidade os detalhes do fundo da imagem não puderam ser retificados. Como produto final foi gerada uma ortofoto digital num arquivo magnético .TIF com resolução de 600 dpi. (Apresentado no "stand" do IME no XVII Congresso Brasileiro de Cartografia)

À semelhança da restituição foi elaborado um quadro de convenções. O produto foi remetido para os Estados Unidos da América do Norte afim de ser executado num fotoplotter a "laser", com resolução de 2.000 dpi.

7. CONCLUSÕES

7.1 - Os produtos finais obtidos ou seja: a restituição fotogramétrica de duas fachadas e respectivas ortofotos coloridas são subsídios fundamentais para a fase posterior de restauro.

7.2 - Pelo fato de se trabalhar com negativos coloridos houve algumas dificuldades na definição de detalhes. Um fator crítico se torna a revelação, destes filmes por não se contar com laboratórios especializados neste tipo de revelação.

7.3 - No aspecto técnico, foi bastante interessante porque despertou a atenção de inúmeros profissionais da área de fotogrametria, todos desejosos de fornecer soluções para os problemas que estavam ocorrendo.

7.4 - A ortofoto digital é uma técnica bastante moderna, porém, ainda não totalmente divulgada no Brasil, ressalte-se ainda o (s) aspecto (s) das cores. Acreditamos ter sido este um trabalho inédito um nosso país.

7.5 - Os produtos finais obtidos encontram-se em exposição no "stand" do Instituto Militar de Engenharia na XV EXPOSICARTA deste XVII Congresso Brasileiro de Cartografia.

7.6 - Este trabalho é mais uma contribuição cartográfica para a constituição do Arquivo Fotogramétrico de Monumentos Históricos do Brasil.

8. AGRADECIMENTOS

Antônio Pimentel Wins - Presidente do Instituto Histórico e Geográfico do Rio de Janeiro.

Carlos A. Etchevarne e Ana Maria Gantois - Museu de Arqueologia da UFBA.

Ciro Lira - Coordenador do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - Rio.

Cristina Xavier Ferreira - Arquiteta da Companhia de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Salvador - CONDER.

Edivaldo Machado Boaventura - Universidade Federal da Bahia.

General Agenor Homem de Carvalho - Cmt da VI Região Militar.

General Luiz Augusto Cavalcante Moniz de Aragão - Cmt do Instituto Militar de Engenharia - IME.

Gilka Goulart Santana - Arquiteta Restauradora.

Joaquim Alves da Cruz Rios - Diretor do Jornal A Tarde - Salvador-Bahia.

Jorge Calmon Moniz de Bittencourt - Presidente de Honra do Instituto Geográfico e Histórico da Bahia.

Mario Mendonça de Oliveira - Arquiteto restaurador - IPHAN e Professor da Universidade Federal da Bahia.

Marcos Leoneli Espinheira - Diretor da Odebrecht S.A., responsável pelo Projeto Porto Sauípe.

Paulo Ormindó David de Azevedo - Conselheiro do ICOMOS.

Renato Berbert de Castro - Presidente do Conselho de Cultura da Bahia.

Rodolpho Pereira Tourinho - Diretor Superintendente da TV BAHIA.

Silvia Teixeira Azevedo - KODAK Brasileira Comércio e Indústria Ltda., filial Rio de Janeiro.

Sinay Neves & Irmãos Ltda.

Solange Serravale - BAIATURSA.

Stephan Meier - Diretor da Wild Brasil Instrumental Técnico Ltda.

Vera Lucia Coelho Vilar - Coordenadora do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - Salvador.

Wellington C. da Rocha, Fernando Dias Pereira e Walter Xavier Aguiar - Diretores da ESTEIO - Engenharia e Aerolevantamentos S. A.

Wilhelm Hermann Klaus Peters - Presidente da Fundação Garcia D'Avila.

9. BIBLIOGRAFIA

American Society of Photogrammetry. Manual of Photogrammetry, 4ª edição. Falls Church, 1980, 1056 páginas.

Wolf, P. R.. Elements of Photogrammetry. Tokio, McGraw-Hill Kogakusha, Ltd., 1948, 316 páginas.

Zeller, M. Traité de Photogrammétrie. Zurich, H.W.H, 1948, 316 páginas.

Gonçalves, A. et alii. Aplicação da Fotogrametria Terrestre para fins militares. Rio de Janeiro, 1981, 184 páginas. Projeto Final de Graduação do IME.

Morgan & Morgan. Photo-Lab-Index. Dobbs Feny, Morgan & Morgan Inc., 1975.

Fagundes, P.M., Tavares, P.E.M.: "Fotogrametria" - 1991.

Almeida, A.C. de: Aplicación de la Técnica Fotogramétrica a Levantamientos Arquitectónicos y/o Arqueológicos" - I SEFLA - 1992.

Karara, H.M. et alii (1980): "Non Topographic Photogrammetry" -

- Manual of Photogrammetry, American Society of Photogrammetry - 4th Edition - pg 785-801.
- Ruger, Werner et alli: "Photogrammetrie" - 5te Auflage - Berlin / 1987.
- Fetterman, Marc (1984): "Photogrammetry for Architecture and Historic Preservation" - American Congress on Surveying and Mapping, Proceedings - pg 429-431.
- Burns, John A. (1984): "Photogrammetry and the Historic American Buildings Survey / Historic American Engineering Record, National Park Service" - American Congress on Surveying and Mapping, Proceedings - pg 432-436.
- Schwidefsky/Ackermann: "Photogrammetry" - Verlag B.G. Teubner, Stuttgart, Germany, 8th Edition.
- Kraus/Waldhaeusl: "Photogrammetry" - Band - Ferd. Dummlers Verlag, Bonn, Germany, 2 Auflage.
- Albertz/Kreiling: "Manual Fotogramétrico de Bolsillo" - Herbert Wichmann Verlag, Karlsruhe, Alemanha, 3ª Edição.
- Gut, D.: "Notas de Aula de Fotogrametria Terrestre" - Não Publicadas.
- Leal, F.M.: "São Miguel das Missões - Estudo de Estabilização Conservação das Ruínas da Igreja" - Revista do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - N° 19/1984.
- Erwes, H.: "Técnica de Hoy" - Wild Reporter N° 21 - Maio de 1983.
- Gomes, C.J.M. et alli: "Cadastro Fotogramétrico Terrestre do Castelo da Torre de Garcia D'Avila - Bahia" - Revista Militar de Ciência e Tecnologia - Vol. XI N° 1, Jan/Mar 1994.
- Gomes, C.J.M. et alli: "Utilização da Fotogrametria Terrestre na Conservação de Monumentos Históricos" Levantamento Fotogramétrico do Cristo Redentor - Rio de Janeiro - Anais do XIII Simpósio do Comitê Internacional de Fotogrametria Arquitetônica - CIPA, Krakow - Poland, 1990.
- Ministère de la Culture - Direction du Patrimoine: "Repertoire des Photogrammes D'Architecture de L'Inventaire - Inventaire Général des Monuments et Richesses Artistiques de la France", 1984.
- Dion, E. et al: "Photogrammetric Surveys of the Inventaire Général des Monuments et Richesses Artistiques de la France" - Published by Wild Heerbrugg Ltd, 1977.
- Moller, J.T.: "A mediaeval Ship - Terrestrial Photogrammetric Survey of a Danish Shipwreck, a Cog" - Institut of Geology, University of Aarhus, Denmark - Published by Wild Heerbrugg Ltd.
- Wild: "Manual Técnico da Câmara P-32".
- Wild-Leitz: "Manual Técnico do Sistema ELCOVISION 10".
- Dion, E. et al: "La Restitution de L'Architecture".
- Kaegi, R. et al: "Camaras Fotograficas y Aparatos de Restitucion WILD para la Fotogrametria Arquitectural".
- Hardegen, L.: "The Application of Photogrammetry to the Conservation of Monuments"
- Filho, Godofredo. A Torre e o Castelo de Garcia D'Avila - Ministério da Educação e Cultura - Revista do Serviço de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, 1939, 26 páginas.
- Calmon, Pedro. História da Casa da Torre - Uma Dinastia de Pioneiros, 2ª edição, 1958, 251 páginas.